

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-013413

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl.

F01N 3/20  
 B01D 53/94  
 F01N 3/02  
 F01N 3/08  
 F01N 3/18  
 F01N 3/24  
 F01N 3/28

(21)Application number : 2001-128288

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 25.04.2001

(72)Inventor : ITO KAZUHIRO  
 TANAKA TOSHIAKI  
 HIROTA SHINYA  
 ASANUMA TAKAMITSU  
 KIMURA KOICHI  
 NAKATANI KOICHIRO

(30)Priority

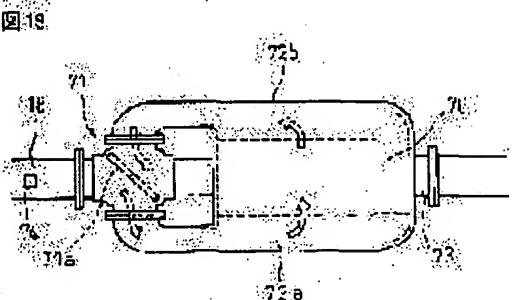
Priority number : 2000134339 Priority date : 28.04.2000 Priority country : JP

## (54) EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize temperature rise for SOX poisoning recovery of an NOX occlusion and reduction catalyst device arranged in an engine exhaust system, to absorb NOX when atmosphere in the neighbourhood is of a lean air-fuel ratio and to discharge NOX when it is of a logical air-fuel ratio or a rich air-fuel ratio in a short period of time.

SOLUTION: This exhaust emission control device is furnished with a reversing means 71 to reverse the exhaust upstream side and the exhaust downstream side of the NOX occlusion and reduction catalyst device 70 and a supply means 74 to supply a reducing matter to the NOX occlusion and reduction catalyst device from the exhaust upstream side, supplies the reducing matter by the supply means for SOX poisoning recovery of the NOX occlusion and reduction catalyst device and reverses the exhaust upstream side and the exhaust downstream side of the NOX occlusion and reduction catalyst device by the reversing means.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The exhaust emission control device of an internal combustion engine characterized by reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment by the aforementioned inversion means while having the following and supplying a reducing substance by the aforementioned supply means for SOX poisoning recovery of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment. NOX occlusion reduction-catalyst equipment which is arranged at an engine exhaust air system, absorbs NOX when atmosphere is a RIN air-fuel ratio soon, and emits NOX at the time of theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio. The inversion means for reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment. The supply means for supplying a reducing substance to the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment from an exhaust air upstream.

[Claim 2] When the temperature of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment turns into more than the first setting temperature, or when it is predicted that it became more than the aforementioned first setting temperature A reducing substance is supplied by the aforementioned feeder so that the near atmosphere of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment may serve as theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio. An inversion with the exhaust air upstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment and exhaust air downstream by the aforementioned inversion means is repeated. When the temperature of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment turns into more than the second setting temperature, or when it is predicted that it became more than the aforementioned second setting temperature The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 characterized by stopping an inversion with the exhaust air upstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment and exhaust air downstream by the aforementioned inversion means.

[Claim 3] The aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment has a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate in exhaust gas. When the particulate by which the uptake was carried out with the aforementioned uptake wall is oxidized, the aforementioned uptake wall has the first uptake side and the second uptake side and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment are reversed by the aforementioned inversion means The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 or 2 characterized by using the aforementioned first uptake side and the aforementioned second uptake side of the aforementioned uptake wall by turns in order to carry out the uptake of the particulate.

[Claim 4] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 characterized by the active oxygen which an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned uptake wall, and is emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[Claim 5] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 4 characterized by emitting in a form the oxygen held when oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell to active oxygen.

[Claim 6] The aforementioned active oxygen discharge agent is the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 4 characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which were combined when NOX will be combined with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, NOX is held and the surrounding oxygen density fell to NOX and active oxygen.

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the exhaust emission control device of an internal combustion engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to contain detrimental NOX in an internal combustion engine, especially the exhaust gas of a diesel power plant and to purify this NOX, arranging NOX occlusion reduction-catalyst equipment in an engine exhaust air system is proposed. NOX occlusion reduction-catalyst equipment emits NOX absorbed when the oxygen density of atmosphere was high soon, NOX was absorbed in the form of a nitrate and the oxygen density of atmosphere became low soon. It can purify good by absorbing NOX good out of the exhaust gas of the diesel power plant to which combustion is performed by the basis with air superfluous [ NOX occlusion reduction-catalyst equipment ] by that cause, and reducing an oxygen density periodically soon by making atmosphere into theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio, without making NOX emit, carrying out reduction purification with reducing substances, such as HC, and making NOX emit into the atmosphere.

[0003] By the way, sulfur is contained in the fuel for an internal combustion engine, and SOX is generated on the occasion of combustion. SOX is absorbed in the form of a sulfate by the same mechanism as NOX to NOX occlusion reduction-catalyst equipment. Since a sulfate is the stable matter, atmosphere will be hard to be emitted to it from NOX occlusion reduction-catalyst equipment also as a rich air-fuel ratio soon, and the amount of occlusion will increase it gradually. if the amount of occlusion of a sulfate [ in / NOX occlusion reduction-catalyst equipment / the occlusion possible amount of the nitrate to NOX occlusion reduction-catalyst equipment or a sulfate is limited, and ] increases (SOX poisoning is called hereafter) -- the part and the occlusion possible amount of a nitrate -- decreasing -- at last -- \*\* -- it becomes impossible to completely absorb NOX.

[0004] Therefore, you have to recover the NOX occlusion reduction-catalyst equipment by which SOX poisoning was carried out. A sulfate can be made to emit as SOX by reducing an oxygen density soon by making atmosphere into theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio, although it is the stable matter if NOX occlusion reduction-catalyst equipment is made into 600-degree elevated temperature which is about C. When an oxygen density supplies a reducing substance to the high near atmosphere and generally burns this reducing substance by that cause for SOX poisoning recovery, the temperature up of the temperature of NOX occlusion reduction-catalyst equipment is carried out to about [ 600 degrees ] C.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the reducing substance supplied in this way mainly burns in the exhaust air entrance section of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, and 1 \*\* carries out the temperature up of this exhaust air entrance section good. However, in order for many of these heat to move to the exhaust air outlet section with an exhaust air gas stream immediately, even if it carries out the temperature up of the exhaust air outlet section comparatively good, the exhaust air entrance section carries out a temperature fall, and only carries out a temperature up slightly. In this way, in order to carry out the temperature up of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment more than 600 degreeC for SOX poisoning recovery, comparatively long time is needed.

[0006] Therefore, the purpose of this invention is offering the exhaust emission control device of the internal combustion engine which can realize the temperature up of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment for SOX poisoning recovery in a short time.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 1 by this invention The NOX occlusion reduction-catalyst equipment which is arranged at an engine exhaust air

system, absorbs NOX when atmosphere is a RIN air-fuel ratio soon, and emits NOX at the time of theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio, The inversion means for reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment, The supply means for supplying a reducing substance to the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment from an exhaust air upstream is provided. for SOX poisoning recovery of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment While supplying a reducing substance by the aforementioned supply means, it is characterized by reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment by the aforementioned inversion means.

[0008] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 2 by this invention In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1, when the temperature of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment turns into more than the first setting temperature, or when it is predicted that it became more than the aforementioned first setting temperature A reducing substance is supplied by the aforementioned feeder so that the near atmosphere of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment may serve as theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio. An inversion with the exhaust air upstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment and exhaust air downstream by the aforementioned inversion means is repeated. When the temperature of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment turns into more than the second setting temperature, or when it is predicted that it became more than the aforementioned second setting temperature, it is characterized by stopping an inversion with the exhaust air upstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment and exhaust air downstream by the aforementioned inversion means.

[0009] Moreover, the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 3 by this invention In the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 1 or 2, the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment has a uptake wall for carrying out the uptake of the particulate in exhaust gas. When the particulate by which the uptake was carried out with the aforementioned uptake wall is oxidized, the aforementioned uptake wall has the first uptake side and the second uptake side and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of the aforementioned NOX occlusion reduction-catalyst equipment are reversed by the aforementioned inversion means In order to carry out the uptake of the particulate, it is characterized by using the aforementioned first uptake side and the aforementioned second uptake side of the aforementioned uptake wall by turns.

[0010] Moreover, in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 3, an active oxygen discharge agent is supported by the aforementioned uptake wall, and the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 4 by this invention is characterized by the active oxygen emitted from the aforementioned active oxygen discharge agent oxidizing a particulate.

[0011] Moreover, it is characterized by emitting in a form the oxygen which held the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 5 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent incorporated oxygen in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 4 when the excess oxygen existed in the circumference, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell to active oxygen.

[0012] Moreover, it is characterized by decomposing and emitting NOX and oxygen which combined the exhaust emission control device of the internal combustion engine according to claim 6 by this invention when the aforementioned active oxygen discharge agent will combine NOX with oxygen if an excess oxygen exists in the circumference, NOX is held and the surrounding oxygen density fell in the exhaust emission control device of an internal combustion engine according to claim 4 to NOX and active oxygen.

[0013]

[Embodiments of the Invention] Drawing 1 shows outline drawing of longitudinal section of 4 stroke diesel power plant equipped with the exhaust emission control device by this invention, drawing 2 is the enlarged vertical longitudinal sectional view of the combustion chamber in the diesel power plant of drawing 1, and drawing 3 is the bottom plan view of the cylinder head in the diesel power plant of drawing 1. When drawing 3 is referred to from drawing 1, a suction port and 9 show the exhaust valve of a couple, and, as for an electric control formula fuel injection valve and 7, the inlet valve of a couple and 8 show an exhaust air port for the cavity by which a cylinder block and 3 were formed in the cylinder head for a piston and 5a, and 4 was formed [ 1 ] for an engine main part and 2 on the top face of a piston 4, the combustion chamber where 5 was formed in cavity 5a, and 6, respectively, as for 10. A suction port 8 is connected with a surge tank 12 through the corresponding inhalation-of-air branch pipe 11, and a surge tank 12 is connected with an air cleaner 14 through an air intake duct 13. In an air intake duct 13, the throttle valve 16 driven by the electric motor 15 is arranged. On the other hand, the exhaust air port 10 is connected to an

exhaust manifold 17.

[0014] As shown in drawing 1, the air-fuel ratio sensor 21 is arranged in an exhaust manifold 17. An exhaust manifold 17 and the surge tank 12 of each other are connected through the EGR path 22, and the electric control formula EGR control valve 23 is arranged in the EGR path 22. Moreover, the cooling system 24 for cooling the EGR gas which flows the inside of the EGR path 22 is arranged at the circumference of the EGR path 22. In the example shown in drawing 1, engine cooling water is led in a cooling system 24, and EGR gas is cooled with engine cooling water.

[0015] On the other hand, each fuel injection valve 6 is connected with a fuel reservoir and the so-called common rail 26 through a fuel feeding pipe 25. The fuel which fuel was supplied into this common rail 26 from the strange fuel pump 27 with the good discharge quantity of an electric control formula, and was supplied in the common rail 26 is supplied to a fuel injection valve 6 through each fuel feeding pipe 25. The fuel pressure sensor 28 for detecting the fuel pressure in a common rail 26 to a common rail 26 is attached, and the discharge quantity of a fuel pump 27 is controlled so that the fuel pressure in a common rail 26 turns into target fuel pressure based on the output signal of the fuel pressure sensor 28.

[0016] 30 is an electronic control unit and the output signal of the air-fuel ratio sensor 21 and the output signal of the fuel pressure sensor 28 are inputted. Moreover, the load sensor 41 which generates the output voltage proportional to the amount L of trodding of an accelerator pedal 40 is connected to an accelerator pedal 40, and the output signal of the load sensor 41 is also inputted, and further, whenever 30 degrees rotates, the output signal of the crank angle sensor 42 which generates an output pulse is also inputted into an electronic control unit 30 for a crankshaft. In this way, an electronic control unit 30 operates change-over valve 71a in a fuel injection valve 6, an electric motor 15, the EGR control valve 23, a fuel pump 27, and the change section 71 based on various signals. About this change-over valve 71a, it mentions later.

[0017] As shown in drawing 2 and drawing 3, it consists of a hole nozzle in which a fuel injection valve 6 has six nozzle mouths in the example by this invention, and from the nozzle mouth of a fuel injection valve 6, it has in the level surface according to an equiangular distance an opposite plain gauze and downward, and Fuel F is injected. As shown in drawing 3, two fuel spray F disperses along the bottom side of the valve element of each exhaust valve 9 among six fuel spray F. Drawing 2 and drawing 3 show the time of fuel injection being performed in the compression stroke last stage. At this time, the fuel spray F progresses towards the inner skin of cavity 5a; and, subsequently carries out ignition combustion.

[0018] Drawing 4 shows the case where additional fuel is injected from a fuel injection valve 6, when the amount of lifts of an exhaust valve 9 is the maximum in inside like an exhaust air line. That is, as shown in drawing 5, the main injection Qm is performed in near a compression top dead center, and the case where the additional fuel Qa is subsequently injected in the middle like an exhaust air line is shown. In this case, the fuel spray F which progresses in the direction of a valve element of an exhaust valve 9 goes between the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9, and the exhaust air port 10. That is, if injection of the additional fuel Qa is performed while the exhaust valve 9 will open two nozzle mouths among six nozzle mouths of a fuel injection valve 6, if it says and changes, it is formed so that the fuel spray F may go between the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9, and the exhaust air port 10. In addition, in the example shown in drawing 4, it reflects on the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9, and the fuel spray F which the fuel spray F collided with the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9 at this time, and collided with the umbrella part tooth back of an exhaust valve 9 goes in the exhaust air port 10.

[0019] In addition, usually, the additional fuel Qa is not injected but only the main injection Qm is performed. Drawing 6 expresses change of the output torque when changing air-fuel ratio A/F (horizontal axis of drawing 6) and the smoke, and the example of an experiment that shows change of the discharge of HC, CO, and NOX by changing the opening and the EGR rate of a throttle valve 16 at the time of engine low load operation. An EGR rate becomes large, so that drawing 6 may show, and air-fuel ratio A/F becomes small in this example of an experiment, and at the time of below theoretical air fuel ratio (\*\*14.6), the EGR rate has become 65% or more.

[0020] As shown in drawing 6, when air-fuel ratio A/F was made small by increasing an EGR rate, an EGR rate becomes the neighborhood 40% and air-fuel ratio A/F becomes about 30, the yield of a smoke starts increase. Subsequently, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, the yield of a smoke will increase rapidly and will reach a peak. Subsequently, a smoke will be set to about 0 if a smoke will fall rapidly shortly, an EGR rate will be made into 65% or more, if an EGR rate is raised further and air-fuel ratio A/F is made small, and air-fuel ratio A/F becomes the 15.0 neighborhoods. Soot stops namely, almost generating. At this time, power torque falls a little and the yield of NOX becomes quite low. On the other hand, the yield of HC and CO begins to increase at this time.

[0021] Air-fuel ratio A/F shows the combustion-pressure change in the combustion chamber 5 when there are most yields of a smoke in the 21 neighborhoods, and, as for drawing 7 (A), air-fuel ratio A/F shows change of the

combustion pressure in the combustion chamber 5 in case the yield of a smoke is about 0 in the 18 neighborhoods, as for drawing 7 (B). When it is shown in drawing 7 (B) whose yield of a smoke is about 0 so that it may understand, if drawing 7 (A) is compared with drawing 7 (B), compared with the case where it is shown in drawing 7 (A) with many yields of a smoke, it turns out that a combustion pressure is low.

[0022] The following thing can be said from the experimental result shown in drawing 6 and drawing 7. That is, first, when air-fuel ratio A/F is about 0 or less in 15.0, as the yield of a smoke is shown at drawing 6, the yield of NOX carries out a remarkable fall the 1st. It can be said for the combustion temperature in a combustion chamber 5 to be low that the yield of NOX fell, when it means that the combustion temperature in a combustion chamber 5 is falling, therefore soot is hardly generated. The same thing can say also from drawing 7. That is, in the state which shows in drawing 7 (B) which soot has hardly generated, the combustion pressure is low, therefore the combustion temperature in a combustion chamber 5 will be low at this time.

[0023] If the yield of a smoke, i.e., the yield of soot, is set [ 2nd ] to about 0, as shown in drawing 6, the discharge of HC and CO will increase. It means that this is discharged without a hydrocarbon growing even to soot. That is, it will pyrolyze, if the temperature rise of a straight chain hydrocarbon and an aromatic hydrocarbon as shown in drawing 8 contained in fuel is carried out in the state of oxygen deficiency, and the precursor of soot is formed, and the soot which consists of a solid-state with which carbon atoms subsequently mainly gathered is generated. In this case, although the generation process of actual soot is complicated and it is not clear what gestalt the precursor of soot takes, a hydrocarbon as shown anyway in drawing 8 will grow even to soot through the precursor of soot. Therefore, although the discharge of HC and CO will increase as shown in drawing 6 if the yield of soot is set to about 0 as mentioned above, HC at this time is the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it.

[0024] When these considerations based on the experimental result shown in drawing 6 and drawing 7 are summarized, the yield of soot is set to about 0 by the combustion temperature in a combustion chamber 5 at the time of a low, and the precursor of soot or the hydrocarbon of the state in front of it will be discharged from a combustion chamber 5 at this time. As a result of repeating experiment research still in detail about this, it became clear that soot is generated, when the fuel in a combustion chamber 5 and the gas temperature of the circumference were below a certain temperature, the growth process of soot stopped on the way, soot was not generated at all but the fuel in a combustion chamber 5 and the temperature of the circumference turned into below a certain temperature.

[0025] By the way, although it cannot say what times fuel in case the generation process of a hydrocarbon stops in the state of the precursor of soot and the temperature of the circumference, i.e., a certain above-mentioned temperature, are since it changes with various factors, such as a kind of fuel, an air-fuel ratio, and a compression ratio, this temperature of a certain has the yield of NOX, and the close relation, therefore this temperature of a certain can perform a certain thing [ carrying out a grade convention ] from the yield which is NOX. That is, the fuel at the time of combustion and the gas temperature of the circumference fall, and the yield of NOX falls, so that an EGR rate increases. It sets at this time and the yield of NOX is 10p.p.m. When it becomes less than [ order or it ], soot stops almost generating.

Therefore, for a certain above-mentioned temperature, the yield of NOX is 10p.p.m. It is mostly in agreement with the temperature when becoming less than [ order or it ].

[0026] Once, if soot is generated, by the after treatment using the catalyst which only has an oxidization function, can have this soot and it cannot be purified. On the other hand, it can have the precursor of soot, or the hydrocarbon of the state in front of it by the after treatment using the catalyst which has an oxidization function, and it can be purified easily. Thus, while reducing the yield of NOX, it is very effective in purification of exhaust gas to make a hydrocarbon discharge from a combustion chamber 5 in the precursor of soot or the state in front of it.

[0027] Now, it is necessary to suppress the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber 5 in stopping growth of a hydrocarbon in the state before soot is generated, and the gas temperature of the circumference to low temperature rather than the temperature by which soot is generated. In this case, it has become clear that an endothermic operation of the gas of the circumference of the fuel at the time of fuel burning influences very greatly to suppress the gas temperature of fuel and its circumference.

[0028] That is, the fuel which evaporated when only air existed in the circumference of fuel reacts with the oxygen in air immediately, and burns. In this case, the temperature of the air which is separated from fuel does not rise so much, but only the temperature of the circumference of fuel becomes local very high. That is, at this time, the air which is separated from fuel hardly performs an endothermic operation of the heat of combustion of fuel. In this case, since combustion temperature becomes local very high, the unburnt hydrocarbon which received this heat of combustion will generate soot.

[0029] On the other hand, when fuel exists in a lot of inert gas and the mixed gas of little air, situations differ a little. In this case, evaporation fuel will react with the oxygen which is spread around and intermingled in inert gas, and will burn. In this case, since heat of combustion is absorbed by surrounding inert gas, combustion temperature will not rise

so much. That is, combustion temperature can be stopped low. That is, in suppressing combustion temperature, the role with important existence of inert gas is played, and combustion temperature can be low stopped by endothermic operation of inert gas.

[0030] In this case, the amount only of inert gas which may absorb sufficient heating value to do so the gas temperature of fuel and its circumference to suppress to low temperature rather than the temperature by which soot is generated is needed. Therefore, the amount of inert gas which is needed if fuel quantity increases will increase in connection with it. In addition, an endothermic operation becomes powerful, therefore the big gas of inert gas of the specific heat will be desirable, so that the specific heat of inert gas is large in this case. It can be said that it is desirable to use EGR gas as inert gas since the specific heat is comparatively large as for this point, CO<sub>2</sub>, or EGR gas.

[0031] Drawing 9 shows the relation between the EGR rate when changing the cooling degree of EGR gas, and a smoke, using EGR gas as inert gas. That is, in drawing 9, the case where Curve A cooled EGR gas powerfully and EGR-gas \*\* is maintained to about 90 degreeC is shown, Curve B shows the case where EGR gas is cooled with a small cooling system, and Curve C shows the case where EGR gas is not cooled compulsorily.

[0032] If the yield of soot serves as a peak from 50% in a low and time for a while and an EGR rate makes an EGR rate about 55% or more in this case when EGR gas is cooled powerfully, as shown by the curve A of drawing 9, soot will hardly be generated. If the yield of soot serves as a peak in the place where an EGR rate is somewhat higher than 50% and an EGR rate is made about 65% or more in this case on the other hand when a little EGR gas is cooled, as shown by the curve B of drawing 9, soot will hardly be generated.

[0033] Moreover, if the yield of soot serves as a peak in the neighborhood whose EGR rate is 55% and an EGR rate is made about 70% or more in this case when EGR gas is not cooled compulsorily, as shown by the curve C of drawing 9, soot will hardly be generated. In addition, the yield of a smoke when the engine load of drawing 9 is comparatively high is shown, if an engine load becomes small, the EGR rate from which the yield of soot serves as a peak will fall a little, and the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating will also fall a little. Thus, the minimum of the EGR rate which soot stops almost generating changes according to the cooling degree and engine load of EGR gas.

[0034] Drawing 10 shows the amount of mixed gas of EGR gas and air required when EGR gas is used as inert gas, in order to make fuel at the time of combustion, and gas temperature of the circumference into low temperature rather than the temperature by which soot is generated, the rate of the air in this amount of mixed gas, and the rate of the EGR gas in this mixed gas. In addition, in drawing 10, the vertical axis shows the total amount of inspired gas inhaled in a combustion chamber 5, and the chain line Y shows the total amount of inspired gas which can be inhaled in a combustion chamber 5, when supercharge is not performed. Moreover, the horizontal axis shows the demand load and Z1 shows a low load operating range.

[0035] If drawing 10 is referred to, the rate of air, i.e., the air content in mixed gas, shows the air content required for making the injected fuel burn completely. That is, in the case where it is shown in drawing 10, the ratio of an air content and injection fuel quantity is theoretical air fuel ratio. On the other hand, when the rate of EGR gas of EGR gas, i.e., the amount in mixed gas, is made to burn to injection fuel in drawing 10, the necessary minimum amount of EGR gas is shown in making gas temperature of fuel and its circumference into low temperature rather than the temperature in which soot is formed. This amount of EGR gas is about 55% or more, when expressed with an EGR rate, and it is 70% or more in the example shown in drawing 10. When the total amount of inspired gas inhaled in the combustion chamber 5 is made into a solid line X in drawing 10 and it is made a rate as shows the rate of the air content of this total amount X of inspired gas, and the amount of EGR gas to drawing 10, the gas temperature of fuel and its circumference turns into low temperature from the temperature by which soot is generated, and soot stops namely, generating it at all thus. Moreover, the NOX yield at this time is 10p.p.m. It is less than [ it ] approximately, therefore the yield of NOX becomes very little.

[0036] Since the calorific value at the time of fuel burning will increase if fuel oil consumption increases, in order to maintain the gas temperature of fuel and its circumference to low temperature rather than the temperature by which soot is generated, you have to increase the absorbed dose of the heat by EGR gas. Therefore, you have to make the amount of EGR gas increase, as shown in drawing 10 as injection fuel quantity increases. That is, the amount of EGR gas needs to increase as a demand load becomes high.

[0037] On the other hand, in the load field Z2 of drawing 10, the total amount Y of inspired gas which the total amount X of inspired gas required to prevent generating of soot can inhale will be exceeded. Therefore, for supplying the total amount X of inspired gas required to prevent generating of soot in this case in a combustion chamber 5, it is necessary to supercharge or pressurize the both sides of EGR gas and inhalation air, or EGR gas. In not supercharging or pressurizing EGR gas etc., in the load field Z2, the total amount X of inspired gas is in agreement with the total amount Y of inspired gas which can be inhaled. Therefore, in order to prevent generating of soot in this case, while decreasing an air content a little and increasing the amount of EGR gas, fuel is made to burn in a basis with a rich air-

fuel ratio.

[0038] In the low load operating range Z1 shown in drawing 10 although the case where drawing 10 burns fuel under theoretical air fuel ratio is shown as mentioned above, at least an air content rather than the air content shown in drawing 10 That is, it is 10p.p.m about the yield of NOX, preventing generating of soot, even if it makes an air-fuel ratio rich. Even if it makes [ more ] an air content in the low load field Z1 which can make it less than [ order or it ], and is shown in drawing 10 than the air content shown in drawing 10 That is, it is 10p.p.m about the yield of NOX, preventing generating of soot, even if it makes the average of an air-fuel ratio into RIN of 17 to 18. It can be made less than [ order or it ].

[0039] That is, if an air-fuel ratio is made rich, although fuel will become superfluous, since combustion temperature is suppressed by low temperature, superfluous fuel does not grow even to soot and soot is not generated thus. Moreover, at this time, NOX does not carry out little deer generating extremely, either. On the other hand, by this invention, if combustion temperature becomes high when an average air-fuel ratio is RIN, or even when an air-fuel ratio is theoretical air fuel ratio, although little soot will be generated, since combustion temperature is suppressed by low temperature, soot is not generated at all. Furthermore, NOX does not carry out little deer generating extremely, either.

[0040] Thus, in an engine low load operating range Z1, if irrespective of an air-fuel ratio, i.e., an air-fuel ratio, will probably be rich and it will be theoretical air fuel ratio, or if an average air-fuel ratio is RIN, soot will not be generated but the yield of NOX will become very little. Therefore, considering improvement in specific fuel consumption, it can be said that it is desirable to make the average air-fuel ratio at this time into RIN.

[0041] by the way, the fuel at the time of the combustion in a combustion chamber and the gas temperature of the circumference -- growth of a hydrocarbon -- on the way -- there is little calorific value according [ that it comes out and can suppress below to the temperature to stop ] to combustion -- an engine load is comparatively restricted at the time of a low Therefore, in the example by this invention, an engine load suppresses the fuel at the time of combustion, and the gas temperature of the circumference comparatively below to the temperature which growth of a hydrocarbon stops on the way at the time of a low, and it is made to perform the first combustion, i.e., low-temperature combustion, and when an engine load is comparatively high, it is made to perform the second combustion, i.e., the combustion to which it is carried out more ordinarily than before. In addition, rather than the amount of the worst inert gas from which the yield of soot serves as the maximum so that clearly from explanation of the former in here, the thing of the combustion which there are many amounts of inert gas of a combustion chamber, and soot hardly generates is said, and the combustion to which it is carried out more ordinarily than the second combustion, i.e., the former, says the thing of combustion with few amounts of inert gas of a combustion chamber than the amount of the worst inert gas from which the yield of soot serves as the

[0042] Drawing 11 shows the 2nd combustion zone II to which the first combustion, i.e., the 1st operating range I to which low-temperature combustion is performed and the second combustion, i.e., the combustion by the conventional combustion method, is performed. In addition, in drawing 11, the vertical axis L shows, the amount of trodding, i.e., the demand load, of an accelerator pedal 40, and the horizontal axis N shows the engine rotational frequency. Moreover, in drawing 11, X (N) shows the 1st boundary of the 1st operating range I and the 2nd operating range II, and Y (N) shows the 2nd boundary of the 1st operating range I and the 2nd operating range II. A change judgment of a operating range from the 1st operating range I to the 2nd operating range II is made based on the 1st boundary X (N), and a change judgment of a operating range to the 1st operating range I is made based on the 2nd boundary Y (N) from the 2nd operating range II.

[0043] That is, if the demand load L crosses the 1st boundary X (N) which is the function of the engine rotational frequency N when an engine's operational status is in the 1st operating range I and low-temperature combustion is performed, it will be judged that a operating range moved to the 2nd operating range II, and combustion by the conventional combustion method is performed. Subsequently, if the demand load L becomes lower than the 2nd boundary Y (N) which is the function of the engine rotational frequency N, it will be judged that a operating range moved to the 1st operating range I, and low-temperature combustion will be performed again.

[0044] Drawing 12 shows the output of the air-fuel ratio sensor 21. As shown in drawing 12, the output current I of the air-fuel ratio sensor 21 changes according to air-fuel ratio A/F. Therefore, an air-fuel ratio can be known from the output current I of the air-fuel ratio sensor 21. Next, the operation control in the 1st operating range I and the 2nd operating range II is explained roughly, referring to drawing 13.

[0045] Drawing 13 shows the opening of the throttle valve 16 to the demand load L, the opening of the EGR control valve 23, an EGR rate, an air-fuel ratio, fuel injection timing, and the injection quantity. The opening of a throttle valve 16 is made to increase gradually in the 1st operating range I of a low of the demand load L from [ near the close by-pass bulb completely ] to a half-opening grade, as shown in drawing 13 as the demand load L becomes high, and the opening of the EGR control valve 23 is made to increase gradually from [ near the close by-pass bulb completely ] to

full open as the demand load L becomes high. moreover, in the example shown in drawing 13, an EGR rate may be about 70% in the 1st operating range I -- having -- \*\*\*\* -- an air-fuel ratio -- only -- foolish \*\* -- it considers as the RIN RIN air-fuel ratio

[0046] if it puts in another way -- the 1st operating range I -- an EGR rate -- about 70% -- becoming -- an air-fuel ratio -- only -- foolish \*\* -- the opening of a throttle valve 16 and the opening of the EGR control valve 23 are controlled to become a RIN RIN air-fuel ratio in addition, the air-fuel ratio at this time -- the output signal of the air-fuel ratio sensor 21 -- being based -- the opening of the EGR control valve 23 -- an amendment -- it is controlled by things by the target RIN air-fuel ratio Moreover, in the 1st operating range I, fuel injection is performed in front of the compression top dead center TDC. In this case, injection start time thetaS becomes late as the demand load L becomes high, and injection start time thetaS becomes late as completion time of injection thetaE also becomes late.

[0047] In addition, at the time of idling operation, a throttle valve 16 is closed to near the close by-pass bulb completely, and it is made to also close the EGR control valve 23 to near the close by-pass bulb completely at this time. Since the pressure in the first combustion chamber 5 of compression will become low if a throttle valve 16 is closed to near the close by-pass bulb completely, a compression pressure becomes small. Since a work of compression with a piston 4 will become small if a compression pressure becomes small, vibration of the engine main part 1 becomes small. That is, in order to suppress vibration of the engine main part 1 at the time of idling operation, a throttle valve 16 is made to close the valve to near the close by-pass bulb completely.

[0048] On the other hand, when an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, the opening of a throttle valve 16 is made to increase in the shape of a step in the full open direction from a half-opening state. In the example shown in drawing 13 at this time, an EGR rate is made to decrease in the shape of a step from about 70% to 40 or less %, and an air-fuel ratio is enlarged the shape of a step. That is, since an EGR rate jumps over the EGR rate range (drawing 9) which generates a lot of smokes, when an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, a lot of smokes do not occur.

[0049] Combustion currently performed from the former is performed in the 2nd operating range II. Although soot and NOX occur a little, when thermal efficiency is high compared with low-temperature combustion, therefore an engine's operating range changes to the 2nd operating range II from the 1st operating range I, the injection quantity is made to decrease in the shape of a step in this combustion method, as shown in drawing 13.

[0050] In the 2nd operating range II, a throttle valve 16 is held except for a part at a full open state, and opening of the EGR control valve 23 will be gradually made small, if the demand load L becomes high. In this operating range II, an EGR rate becomes so low that the demand load L becomes high, and an air-fuel ratio becomes so small that the demand load L becomes high. However, even if the demand load L becomes high, let an air-fuel ratio be a RIN air-fuel ratio. Moreover, let injection start time thetaS be near compression top dead center TDC in the 2nd operating range II.

[0051] Drawing 14 shows air-fuel ratio A/F in the 1st operating range I. In drawing 14, each curve shown by A/F=15.5, A/F=16, A/F=17, and A/F=18 shows the time of air-fuel ratios being 15.5, 16, 17, and 18, respectively, and the air-fuel ratio between each curve is defined by proportional distribution. As shown in drawing 14, in the 1st operating range I, the air-fuel ratio serves as RIN, and further, by the 1st operating range I, air-fuel ratio A/F is made into RIN, so that the demand load L becomes low.

[0052] That is, the calorific value by combustion decreases, so that the demand load L becomes low. Therefore, even if it reduces an EGR rate so that the demand load L becomes low, low-temperature combustion can be performed. Air-fuel ratio A/F is enlarged as an air-fuel ratio becomes large, therefore it is shown in drawing 14 and the demand load L will become low, if an EGR rate is reduced. In order for specific fuel consumption to improve, so that air-fuel ratio A/F becomes large, therefore to make an air-fuel ratio into RIN as much as possible, by this example, air-fuel ratio A/F is enlarged as the demand load L becomes low.

[0053] In addition, as the target opening ST of the throttle valve 16 required to consider as the target air-fuel ratio which shows an air-fuel ratio to drawing 14 is shown in drawing 15 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. As the target opening SE of the EGR control valve 23 required to consider as the target air-fuel ratio which shows an air-fuel ratio to drawing 14 is shown in drawing 15 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N.

[0054] Drawing 16 shows the target air-fuel ratio in case the second combustion, i.e., the ordinary combustion by the conventional combustion method, is performed. In addition, each curve shown by A/F=24, A/F=35, A/F=45, and A/F=60 in drawing 16 shows the target air-fuel ratios 24, 35, 45, and 60, respectively. As the target opening ST of the throttle valve 16 required to make an air-fuel ratio into this target air-fuel ratio is shown in drawing 17 (A), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. As the target opening SE of the EGR control valve 23 required to make an air-fuel ratio into this target

air-fuel ratio is shown in drawing 17 (B), it memorizes in ROM32 beforehand in the form of a map as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N.

[0055] In this way, by the diesel power plant of this example, based on the amount L of treading in of an accelerator pedal 40, and the engine rotational frequency N, it is switched, the first combustion, i.e., low-temperature combustion, and the second combustion, i.e., ordinary combustion, and opening control of a throttle valve 16 and an EGR valve is carried out on the map shown in drawing 15 or drawing 17 in each combustion based on the amount L of treading in of an accelerator pedal 40, and the engine rotational frequency N.

[0056] Drawing 18 is the plan showing the exhaust emission control device of this example, and drawing 19 is the side elevation. This exhaust emission control device possesses second connection 72b which connects first connection 72a which connects the change section 71 the one side of the change section 71 connected to the downstream of an exhaust manifold 17 through the exhaust pipe 18, NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70, and NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70, and the other side of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 and the change section 71, and the flueway 73 of the downstream of the change section 71. The fuel supply system 74 for supplying reducing substances, such as fuel, to the upstream of the change section 71 is formed in the exhaust pipe 18. The change section 71 possesses valve element 71a which makes it possible to intercept an exhaust air flow within the change section 71. Valve element 71a is driven by the negative pressure actuator or the step motor. In one interception position of valve element 71a, while the upstream in the change section 71 is opened for free passage with first connection 72a, the downstream in the change section 71 is opened for free passage with second connection 72b, and exhaust gas flows from the one side of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 to the other side, as an arrow shows to drawing 18.

[0057] Moreover, drawing 20 shows the interception position of another side of valve element 71a. In this interception position, while the upstream in the change section 71 is opened for free passage with second connection 72b, the downstream in the change section 71 is opened for free passage with first connection 72a, and exhaust gas flows from the other side of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 to one side, as an arrow shows to drawing 20. In this way, it becomes possible by switching valve element 71a to be able to reverse the direction of the exhaust gas which flows into NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70, namely, to reverse the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70.

[0058] The structure of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 is shown in drawing 21. In addition, in drawing 21, (A) is the front view of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70, and (B) is a side cross section. As shown in these drawings, this NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 is a wall flow type which makes the honeycomb structure which has an ellipse transverse-plane configuration, for example, was formed from a porous material like a cordyelite, and has the direction space of an axis of a large number subdivided by the septum 54 which extends in many directions of an axis. In the two adjoining direction space of an axis, with a plug 53, one side is closed by the exhaust air downstream, and another side is closed by the exhaust air upstream. In this way, one side of the two adjoining direction space of an axis serves as the inflow path 50 of exhaust gas, another side serves as the outflow path 51, and to drawing 21 (B), exhaust gas surely passes a septum 54, as an arrow shows. The NOX absorbent preferably explained below also on the pore front face in each septum 54 using an alumina etc. and a noble metal catalyst like Platinum Pt are supported on the both-sides front face of each septum 54.

[0059] The NOX absorbent which the septum 54 was made to support is at least one chosen from an alkaline earth like Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, alkali metal like Caesium Cs, Barium Ba, and Calcium calcium, Lanthanum La, and rare earth like Yttrium Y in this example. This NOX absorbent absorbs NOX, when the air-fuel ratio in atmosphere (it is the ratio of air and fuel and it is not related the fuel of which has burned using the oxygen in air here) is RIN soon, and it performs the absorption/emission action of NOX to which an air-fuel ratio emits theoretical air fuel ratio or NOX absorbed when it became rich.

[0060] Although this NOX absorbent actually performs the absorption/emission action of NOX, there is also a portion which is not clear about the detailed mechanism of this absorption/emission action. However, it is thought that this absorption/emission action is performed by the mechanism as shown in drawing 22. Next, it becomes the same mechanism, even if it uses other noble metals, alkali metal, an alkaline earth, and rare earth, although this mechanism is explained taking the case of the case where Platinum Pt and Barium Ba are made to support, on the septum of NOX occlusion reduction-catalyst equipment.

[0061] Usually, low-temperature combustion and when combustion is performed for the air-fuel ratio in the state of RIN irrespective of combustion, the oxygen density in exhaust gas is high, and as shown in drawing 22 (A) at this time, these oxygen O<sub>2</sub> adheres to the front face of Platinum Pt in the form of O<sub>2</sub>- or O<sub>2</sub><sup>-</sup>. On the other hand, NO in inflow exhaust gas reacts with O<sub>2</sub>- or O<sub>2</sub><sup>-</sup> on the front face of Platinum Pt, and turns into NO<sub>2</sub> (2 NO+O<sub>2</sub> ->2NO<sub>2</sub>). Subsequently, being absorbed in an absorbent and combining with a barium oxide BaO oxidizing on Platinum Pt, a

part of generated NO<sub>2</sub> is diffused in an absorbent in the form of nitrate-ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, as shown in drawing 22 (A). Thus, NO<sub>X</sub> is absorbed in a NO<sub>X</sub> absorbent. As long as the oxygen density of atmosphere is high soon, NO<sub>2</sub> is generated on the front face of Platinum Pt, unless the NO<sub>X</sub> absorptance of an absorbent is saturated, NO<sub>2</sub> is absorbed in an absorbent and nitrate-ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup> is generated.

[0062] On the other hand, if the air-fuel ratio of atmosphere will be made rich soon, an oxygen density will fall and, as a result, the amount of generation of NO<sub>2</sub> in the front face of Platinum Pt will fall. If the amount of generation of NO<sub>2</sub> falls, a reaction will progress to an opposite direction (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>→NO<sub>2</sub>), and nitrate-ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in an absorbent will be thus emitted from an absorbent in the form of NO<sub>2</sub>. NO<sub>X</sub> emitted from the NO<sub>X</sub> absorbent at this time reacts with HC, CO, etc. which will be contained in atmosphere soon as shown in drawing 22 (B), and is made to return. Thus, if NO<sub>2</sub> stops existing on the front face of Platinum Pt, NO<sub>2</sub> will be emitted to a degree from a degree from an absorbent. Therefore, since NO<sub>X</sub> will be emitted to the inside of a short time from a NO<sub>X</sub> absorbent and this emitted NO<sub>X</sub> will moreover be returned if the air-fuel ratio of atmosphere will be made rich soon, NO<sub>X</sub> is not discharged in the atmosphere.

[0063] In addition, even if it will make the air-fuel ratio of atmosphere into theoretical air fuel ratio in this case soon, NO<sub>X</sub> is emitted from a NO<sub>X</sub> absorbent. However, since deer discharge of the NO<sub>X</sub> is not gradually carried out from a NO<sub>X</sub> absorbent in this case, time long a little to making all NO<sub>X</sub>(s) absorbed by NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment emit is required.

[0064] By the way, there is a limit in the NO<sub>X</sub> absorptance of a NO<sub>X</sub> absorbent, and before the NO<sub>X</sub> absorptance of a NO<sub>X</sub> absorbent is saturated, it is necessary to make NO<sub>X</sub> emit from a NO<sub>X</sub> absorbent. That is, before the amount of NO<sub>X</sub>(s) absorbed by NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70 reaches the amount which can be NO<sub>X</sub> stored, there is the need for the reproduction which is made to emit NO<sub>X</sub> and carries out reduction purification, and, for that, it is necessary to presume this amount of NO<sub>X</sub>(s). Then, it asks beforehand in the form of a map where the amount A of NO<sub>X</sub> absorption per unit time when low-temperature combustion is performed in this example is shown in drawing 23 (A) as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. It asks beforehand in the form of a map where the amount B of NO<sub>X</sub> absorption per unit time when combustion is usually performed is shown in drawing 23 (B) as a function of the demand load L and the engine rotational frequency N. It is made to presume the amount of NO<sub>X</sub>(s) absorbed by NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment by integrating the amounts A and B of NO<sub>X</sub> absorption per these unit time. Here, as well as the amount A of NO<sub>X</sub> absorption per unit time when low-temperature combustion is performed, when low-temperature combustion is performed with a rich air-fuel ratio, since NO<sub>X</sub> will be emitted, it serves as a minus value. When this amount of NO<sub>X</sub> absorption exceeds the allowed value defined beforehand in this example, in order to reproduce NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment, [ whether low-temperature combustion with theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio is carried out, and ] Or near atmosphere of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70 is made into theoretical air fuel ratio and a rich air-fuel ratio by supplying fuel using a fuel supply system 74. Only time (it becomes so short that the air-fuel ratio of atmosphere is small soon) until reproduction is completed at least maintains this state.

[0065] By the way, sulfur is contained in the fuel for an internal combustion engine, and SO<sub>X</sub> is generated on the occasion of combustion. SO<sub>X</sub> is absorbed in the form of a sulfate by the same mechanism as NO<sub>X</sub> to NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70. Since a sulfate is the stable matter, atmosphere will be hard to be emitted to it from NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment also as a rich air-fuel ratio soon, and the amount of occlusion will increase it gradually. if the amount of occlusion of a sulfate [ in / NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment / the occlusion possible amount of the nitrate to NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment or a sulfate is limited, and ] increases (SO<sub>X</sub> poisoning is called hereafter) -- the part and the occlusion possible amount of a nitrate -- decreasing -- at last -- \*\* -- it becomes impossible to completely absorb NO<sub>X</sub>

[0066] Therefore, in this example, the first flow chart shown in drawing 24 recovers SO<sub>X</sub> poisoning of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70. This flow chart is repeated for every predetermined time. First, in Step 101, it is judged whether recovery of SO<sub>X</sub> poisoning is a required recovery stage. The fuel quantity consumed until now can be integrated in this judgment, for example, and it can use that this addition fuel quantity reached preset value for it. Moreover, in the above-mentioned regeneration, although the air-fuel ratio of the exhaust air upstream of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment is made rich, since it is used for reduction purification of NO<sub>X</sub> by which reducing substances, such as HC, were emitted during reproduction, the air-fuel ratio of the downstream of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment turns into theoretical air fuel ratio closely. However, if reproduction is completed, the air-fuel ratio of the downstream of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment will become it is almost equal to the air-fuel ratio of an upstream, and rich. If reproduction time is detected using this, the recovery stage of SO<sub>X</sub> poisoning can be judged. Because, when SO<sub>X</sub> poisoning is advancing so that recovery is required, the NO<sub>X</sub> absorbed dose in a reproduction stage has decreased in fact, and it is because reproduction time becomes short.

[0067] Although it ends as it is when the judgment in Step 101 is denied, when affirmed, it progresses to Step 102, and

fuel is supplied by the fuel supply system 74. Even if fuel is supplied as a combustion air-fuel ratio is made into RIN and comparatively much oxygen is contained in exhaust gas when low-temperature combustion is carried out at this time, let near atmosphere of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 as a result be a RIN air-fuel ratio. In this way, the sufficient oxygen and sufficient fuel for NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 are supplied, and this fuel mainly starts combustion good by the oxidation catalyst currently supported there in the exhaust air entrance section of NOX occlusion reduction-catalyst equipment.

[0068] Drawing 25 is drawing showing the temperature change of each part of the NOX occlusion reduction-catalyst equipment by combustion of such fuel. In this drawing, the solid line shows each part temperature immediately after the combustion start of fuel, and only the exhaust air entrance section of NOX occlusion reduction-catalyst equipment is carrying out the temperature rise good. The dotted line shows each part temperature just behind each part temperature shown as a solid line, and the alternate long and short dash line shows each temperature just behind each part temperature shown by the dotted line. Although the heat to which the temperature up of the exhaust air entrance section was carried out moves to the exhaust air outlet section further and a temperature up is carried out as a result comparatively good with an exhaust gas flow to a center section as for the exhaust air outlet section as a dotted line and an alternate long and short dash line show, the temperature up of the exhaust air entrance section is only carried out slightly.

[0069] With the supplied fuel, if the temperature up of such NOX occlusion reduction-catalyst equipment is repeated, the temperature up of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment can be gradually carried out including the exhaust air entrance section. The sulfate which is the source of SOX poisoning can be made to emit as SOX by reducing an oxygen density soon by making atmosphere into theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio, although it is the stable matter if NOX occlusion reduction-catalyst equipment is made into 600-degree elevated temperature which is about C. Therefore, although it is necessary to carry out the temperature up of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment to recovery of SOX poisoning to about 600degreeC, long time is required of having carried out the temperature up gradually as mentioned above.

[0070] In this flow chart, in Step 103, valve element 71a is switched for every setup time [ the ], and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment are reversed. This first setup time is about ten seconds, and this is time [ at least ] longer than time as this heat of combustion mentioned above, until it carries out the temperature up of the exhaust air downstream most, after the fuel of the specified quantity starts combustion in the exhaust air entrance section of NOX occlusion reduction-catalyst equipment. Therefore, when valve element 71a is switched, an elevated temperature is served as comparatively, the exhaust air entrance section, i.e., the old exhaust air outlet section, of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, and the further fuel makes the exhaust air outlet section high temperature further similarly with having started and mentioned combustion above very good in this hot exhaust air entrance section.

[0071] Of course, switching a valve element once can also carry out the temperature up of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment comparatively good. However, in Step 104, when it is judged whether the temperature TF of NOX occlusion reduction-catalyst equipment exceeded 600 degreeC and this is denied, fuel supply and a switch of a valve element are repeated. In this way, fuel will be supplied to the exhaust air outlet section by which the temperature up was carried out always comparatively good, and the temperature up of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment can be carried out to request temperature very quickly. The temperature TF of NOX occlusion reduction-catalyst equipment here may be presumed based on the exhaust gas temperature discharged from NOX occlusion reduction-catalyst equipment, may detect the temperature of the exhaust air entrance section, a center section, or the exhaust air outlet section, and may detect all these temperature, and may use such average temperature or the minimum temperature.

[0072] in this way, if the temperature up of the NOX occlusion reduction-catalyst equipment is carried out to 600 degreeC, the judgment in Step 104 will be affirmed, and will progress to Step 105, and much fuel will supply it from the supply fuel in Step 102 -- having -- the near atmosphere of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 -- a result -- carrying out -- theoretical air fuel ratio -- or it considers as a rich air-fuel ratio preferably Thereby, discharge of SOX is started from NOX occlusion reduction-catalyst equipment, and reduction purification of this SOX is carried out. Subsequently, in Step 106, it is judged whether the temperature TF of NOX occlusion reduction-catalyst equipment exceeded 700 degreeC. At the beginning, since the temperature of NOX occlusion reduction-catalyst equipment is immediately after exceeding 600 degreeC, it is denied and this judgment progresses to Step 107. Here, the temperature TF of NOX occlusion reduction-catalyst equipment may be presumed based on the exhaust gas temperature discharged from NOX occlusion reduction-catalyst equipment, may detect the temperature of the exhaust air entrance section, a center section, or the exhaust air outlet section, and may detect all these temperature, and may use these average temperature or maximum temperatures.

[0073] At Step 107, valve element 71a is switched every second setup time, and the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 are reversed. The second setup time is several seconds. By carrying out like this, fuel can be supplied to both NOX occlusion reduction-catalyst equipments by turns, and when occlusion of the SOX emitted in the exhaust air entrance section of a NOX occlusion reduction catalyst is going to be again carried out in the exhaust air outlet section, since fuel is supplied as the exhaust air entrance section, this exhaust air outlet section can carry out reduction purification of this SOX before occlusion. In this way, SOX poisoning of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment can be completed in a short time.

[0074] Subsequently, in Step 109, it connection [ first ] 72a Reaches, an air-fuel ratio sensor is formed in each of second connection 72b, and it is judged whether the outputs A1 and A2 of these air-fuel ratio sensor are almost equal. That is, it is judged whether the air-fuel ratio of the exhaust air upstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 and the air-fuel ratio of an exhaust air downstream are almost equal. When this judgment is affirmed, it is that reducing substances, such as HC, are not used for reduction purification of SOX, namely, means completing SOX poisoning recovery. However, immediately after switching a valve element, the air-fuel ratio of an exhaust air downstream is still rich, and just before detection of an air-fuel ratio switches a valve element, it is desirable [ detection ] to suspend a switch of a valve element and to carry out after a while. Of course, it is good though SOX poisoning recovery is completed when it replaces with the judgment in Step 109 and the fuel-supply time in Step 105 turns into the setup time.

[0075] Although a switch of a valve element is suspended while suspending fuel supply in Step 110 when this judgment is affirmed, when denied, the processing after the above-mentioned step 105 is repeated. However, in this SOX poisoning recovery since the air-fuel ratio of the near atmosphere is rich, although it seldom happens, if fuel starts combustion in NOX occlusion reduction-catalyst equipment to the switch midst of a valve element, the temperature up of the NOX occlusion reduction-catalyst equipment will be carried out good as mentioned above. If this becomes that the temperature of NOX occlusion reduction-catalyst equipment exceeds 700 degreeC, oxidation catalysts, such as Platinum Pt, will start and carry out the depression of the sintering. In order to prevent this, when the judgment in Step 106 is affirmed, a switch of a valve element is stopped in Step 108. The switch stop of a valve element needs to lengthen the setup time, so that the switch stop time of a valve element is long when using the setup time for completion of SOX poisoning recovery as mentioned above in order to make the SOX poisoning recovery time extended.

[0076] In this flow chart, although fuel was supplied to the temperature up (Step 102) of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, and SOX discharge reduction (Step 105) with the fuel supply system Since comparatively many reducing substances, such as HC and CO, are contained in exhaust gas at the time of low-temperature combustion as mentioned above It replaces with fuel supply, is made to carry out low-temperature combustion with a RIN air-fuel ratio at Step 102, and may be made to carry out low-temperature combustion with a rich air-fuel ratio at Step 105. Moreover, you may make it inject fuel like an exhaust air line using an engine fuel injection valve.

[0077] In this example, a fuel supply system is arranged at the upstream of the change section 71, and can supply fuel to any [ of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 ] side with a single fuel supply system by switching a valve element. However, it will be discharged to a flueway 73, without some fuel in connection 72a or 72b serving as an exhaust air downstream at the time of a switch of a valve element, and on the other hand, while it being an exhaust air upstream passing NOX occlusion reduction-catalyst equipment. In order to prevent this, it connection [ first ] 72a Reaches and a fuel supply system is formed in both second connection 72b, and if fuel is supplied only to the connection which serves as an exhaust air upstream after the switch of a valve element with one of fuel supply systems, remarkable reduction of the fuel consumption for SOX poisoning recovery can be carried out.

[0078] By the way, although combustion is usually switched with low-temperature combustion, the diesel power plant of this example is not carried out, as mentioned above, and most soot, i.e., a particulate, is not generated at the time of low-temperature combustion, comparatively many particulates are usually generated at the time of combustion. Since this particulate is also a toxic substance, you have to suppress discharge to the atmosphere.

[0079] This NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 is a wall flow type, as mentioned above. Thereby, although the particulate in exhaust gas is very small as compared with the size of the pore of a septum 54, in case exhaust gas passes a septum 54, on the pore front face on the exhaust air inlet face of a septum 54, and in a septum 54, it collides and a uptake is carried out. Thus, this NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 can operate each septum 54 also as a uptake wall for a particulate uptake. Of course, if a particulate uptake is not meant, it is not necessary to use NOX occlusion reduction-catalyst equipment as a wall flow type namely, and a plug 53 may be omitted in drawing 22.

[0080] In this way, by making, if there is no particulate by which the uptake was carried out, will deposit it on NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 gradually, it will make an exhaust back pressure increase, and will have a

bad influence on a \*\*\*\*\* run at last. Therefore, the active oxygen discharge agent preferably explained below also on a pore front face using an alumina etc. and the noble metal catalyst are supported by each septum of this NOX occlusion reduction-catalyst equipment on the both-sides front face.

[0081] An active oxygen discharge agent emits the oxygen held when promote particulate oxidization by emitting active oxygen, oxygen was incorporated when the excess oxygen existed in the circumference preferably, oxygen was held and the surrounding oxygen density fell in the form of active oxygen.

[0082] As a noble metal catalyst, usually, Platinum Pt is used and at least one chosen from alkaline earth metal like Potassium K, Sodium Na, Lithium Li, Caesium Cs, alkali metal like Rubidium Rb, Barium Ba, Calcium calcium, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent, Lanthanum La, rare earth like Yttrium Y, and transition metals is used.

[0083] In addition, it is desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent in this case.

[0084] Next, the septum of the NOX occlusion reduction-catalyst equipment which supports such an active oxygen discharge agent explains what oxidization removal of the particulate by which the uptake was carried out is carried out taking the case of the case of Platinum Pt and Potassium K. Even if it uses other noble metals, alkali metal, alkaline earth metal, rare earth, and transition metals, the same particulate removal operation is performed.

[0085] By the diesel power plant, combustion is usually performed by the basis with superfluous air, therefore exhaust gas includes a lot of excess airs. That is, if the ratio of the air and fuel which were supplied to the inhalation-of-air path and the combustion chamber is called the air-fuel ratio of exhaust gas, this air-fuel ratio serves as RIN. Moreover, in the combustion chamber, since NO occurs, NO is contained in exhaust gas. Moreover, Sulfur S is contained in fuel, and this sulfur S reacts with oxygen by the combustion chamber, and serves as SO<sub>2</sub>. Therefore, SO<sub>2</sub> is contained in exhaust gas. Therefore, an excess oxygen and the exhaust gas containing NO and SO<sub>2</sub> will flow into the exhaust air upstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70.

[0086] Drawing 26 (A) and (B) express typically the enlarged view of the exhaust gas contact surface in the septum of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70. In addition, in drawing 26 (A) and (B), 60 shows the particle of Platinum Pt, and 61 shows the active oxygen discharge agent containing Potassium K.

[0087] Since a lot of excess oxygens are contained in exhaust gas as mentioned above, if exhaust gas contacts in the exhaust gas contact surface of the septum of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, as shown in drawing 26 (A), these oxygen O<sub>2</sub> will adhere to the front face of Platinum Pt in the form of O<sub>2</sub><sup>-</sup> or O<sub>2</sub><sup>-</sup>. On the other hand, NO in exhaust gas reacts with O<sub>2</sub><sup>-</sup> or O<sub>2</sub><sup>-</sup> on the front face of Platinum Pt, and turns into NO<sub>2</sub> (2 NO+O<sub>2</sub> ->2NO<sub>2</sub>).

Subsequently, being absorbed in the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing on Platinum Pt, a part of generated NO<sub>2</sub> is diffused in the active oxygen discharge agent 61 in the form of nitrate-ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, as shown in drawing 26 (A), and it generates a potassium nitrate KNO<sub>3</sub>.

[0088] On the other hand, as mentioned above, SO<sub>2</sub> is also contained in exhaust gas, and this SO<sub>2</sub> is also absorbed in the active oxygen discharge agent 61 by the same mechanism as NO. That is, as mentioned above, oxygen O<sub>2</sub> has adhered to the front face of Platinum Pt in the form of O<sub>2</sub><sup>-</sup> or O<sub>2</sub><sup>-</sup>, and SO<sub>2</sub> in exhaust gas reacts with O<sub>2</sub><sup>-</sup> or O<sub>2</sub><sup>-</sup> on the front face of Platinum Pt, and turns into SO<sub>3</sub>. Subsequently, a part of generated SO<sub>3</sub> is diffused in the active oxygen discharge agent 61 in the form of sulfate-ion SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, being absorbed in the active oxygen discharge agent 61, and combining with Potassium K oxidizing further on Platinum Pt, and it generates potassium sulfate K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Thus, in the active oxygen discharge catalyst 61, a potassium nitrate KNO<sub>3</sub> and potassium sulfate K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> are generated.

[0089] The particulate in exhaust gas adheres on the front face of the active oxygen discharge agent 61 supported by NOX occlusion reduction-catalyst equipment, as drawing 26 (B) shown in 62. this time -- a particulate -- an oxygen density falls in the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 if an oxygen density falls -- between the inside of the high active oxygen discharge agent 61 of an oxygen density -- a concentration difference -- being generated -- thus -- the oxygen in the active oxygen discharge agent 61 -- a particulate -- it is going to move towards the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 consequently, the potassium nitrate KNO<sub>3</sub> currently formed in the active oxygen discharge agent 61 decomposes into Potassium K and Oxygen O and NO -- having -- Oxygen O -- a particulate -- NO is emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior toward the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 NO emitted outside oxidizes on the platinum Pt of a downstream, and is again absorbed in the active oxygen discharge agent 61.

[0090] on the other hand, potassium sulfate K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> currently formed in the active oxygen discharge agent 61 at this time is also decomposed into Potassium K and oxygen O and SO<sub>2</sub> -- having -- Oxygen O -- a particulate -- SO<sub>2</sub> is emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior toward the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 SO<sub>2</sub> emitted outside oxidizes on the platinum Pt of a downstream, and is again absorbed in the

active oxygen discharge agent 61. However, since potassium sulfate K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> is stable, it cannot emit active oxygen easily compared with a potassium nitrate KNO<sub>3</sub>.

[0091] on the other hand -- a particulate -- the oxygen O which goes to the contact surface of 62 and the active oxygen discharge agent 61 is oxygen decomposed from the potassium nitrate KNO<sub>3</sub> or a compound like potassium sulfate K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. The oxygen O decomposed from the compound has high energy, and has very high activity. Therefore, the oxygen which goes to the contact surface of particulate 62 and the active oxygen discharge agent 61 is active oxygen O. these active oxygen O -- a particulate -- if 62 is contacted -- particulate 62 -- the number from several minutes -- it is made to oxidize, without emitting a luminous flame in a sufficient short time moreover, a particulate -- the active oxygen O which oxidizes 62 is emitted when NO and SO<sub>2</sub> are absorbed to the active oxygen discharge agent 61. That is, it is considered to be spread in the form of nitrate-ion NO<sub>3</sub><sup>-</sup> in the active oxygen discharge agent 61, NO<sub>X</sub> repeating combination and separation of an oxygen atom, and active oxygen also generates it in the meantime. Particulate 62 is made to oxidize by this active oxygen. moreover, the particulate which adhered on the septum of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70 in this way -- although 62 is made to oxidize by active oxygen O, these particulate 62 are made to oxidize by the oxygen in exhaust gas

[0092] By the way, since Platinum Pt and the active oxygen discharge agent 61 are activated so that the temperature of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment becomes high, the amount of the active oxygen O emitted to per unit time from the active oxygen discharge agent 61 increases, so that the temperature of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment becomes high. Moreover, it becomes that oxidization removal is easy to be carried out, so that own temperature of a particulate is high with a natural thing. Therefore, without emitting a luminous flame on NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment per unit time, the oxidization removable amount of particles which can oxidization remove a particulate increases, so that the temperature of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment becomes high.

[0093] The solid line of drawing 27 shows the oxidization removable amount G of particles in which oxidization removal is possible, without emitting a luminous flame to per unit time, and the horizontal axis shows the temperature TF of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment in drawing 27. In addition, although drawing 27 shows at the time of [ of particles / G ] making unit time into 1 second (i.e., the oxidization removable amount per second), it can adopt arbitrary time, such as 1 minute and 10 etc. minutes, as this unit time. For example, when 10 minutes is used as unit time, the oxidization removable amount G of particles per unit time will express the oxidization removable amount G of particles per for 10 minutes, and it increases, without emitting a luminous flame on NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70 also by this case per unit time, so that the temperature of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70 becomes highly in the oxidization removable amount G of particles in which oxidization removal is possible, as is shown in drawing 27.

[0094] When the particulate amount discharged by per unit time from a combustion chamber is called the amount M of discharge particles, this amount M of discharge particles Now, when fewer than the oxidization removable amount G of particles, The amount M of discharge particles per second For example, when fewer than the oxidization removable amount G of particles per second, The amount M of discharge particles per 10 minutes Or when fewer than the oxidization removable amount G of particles per 10 minutes, That is, in the field I of drawing 27, the inside of a short time carries out oxidization removal one by one, without all the particulates discharged from the combustion chamber emitting a luminous flame on NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment 70.

[0095] On the other hand, when [ than the oxidization removable amount G of particles ] more, in the field II of drawing 27, the amount of active oxygen wants the amount M of eccrisis particles for oxidizing one by one in all particulates. Drawing 28 (A) - (C) shows the situation of the particulate oxidization in such a case.

[0096] that is, when oxidizing all particulates runs short of the amounts of active oxygen, it is shown in drawing 28 (A) -- as -- a particulate -- the particulate portion which a part of particulate 62 oxidized when 62 adhered on the active oxygen discharge agent 61, and did not fully oxidize remains on the exhaust air upstream side of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment Subsequently, if the state where the amounts of active oxygen are insufficient continues, the particulate portion which did not oxidize from a degree to a degree will remain on an exhaust air upstream face, and as shown in drawing 28 (B) as a result, the exhaust air upstream face of NO<sub>X</sub> occlusion reduction-catalyst equipment will come to be worn by the remains particulate portion 63.

[0097] If such a remains particulate portion 63 deteriorates in the quality of carbon which cannot oxidize easily gradually and an exhaust air upstream face is being worn by the remains particulate portion 63, the oxidation of NO by Platinum Pt and SO<sub>2</sub> and a discharge operation of the active oxygen by the active oxygen discharge agent 61 will be suppressed. although the remains particulate portion 63 can be gradually oxidized by that cause if many hours are spent, it is shown in drawing 28 (C) -- as -- another particulate on the remains particulate portion 63 -- 64 accumulates on a degree from a degree That is, if a particulate accumulates in the shape of a laminating, since these particulates

have separated distance from Platinum Pt or the active oxygen discharge agent, even if it is the particulate which metaphor oxidization is easy to be carried out, it does not oxidize by active oxygen. Therefore, still more nearly another particulate accumulates from a degree on this particulate 64 to a degree. That is, if more states than the oxidization removable amount G of particles continue [ the amount M of eccrisis particles ], on NOX occlusion reduction-catalyst equipment, a particulate will accumulate in the shape of a laminating.

[0098] Thus, a particulate is made to oxidize in the field I of drawing 27 by the inside of a short time, without emitting a luminous flame on NOX occlusion reduction-catalyst equipment, and a particulate accumulates in the shape of a laminating on NOX occlusion reduction-catalyst equipment in the field II of drawing 27. Therefore, if relation between the amount M of eccrisis particles and the oxidization removable amount G of particles is made into Field I, particulate deposition of a up to [ NOX occlusion reduction-catalyst equipment ] can be prevented. consequently, the pressure loss of the exhaust air gas stream in NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 -- completely -- \*\* -- it is maintained by the minimum pressure-loss value of about 1 law, without changing so that you may say A power fall is maintainable thus to the minimum. However, if it does not restrict that this is always realized but nothing is carried out, a particulate may accumulate on NOX occlusion reduction-catalyst equipment.

[0099] In this example, according to the second flow chart shown in drawing 29 by the above-mentioned electronic control unit 30, change control of valve element 71a was carried out, and a lot of particulate deposition to NOX occlusion reduction-catalyst equipment is prevented. This flow chart is repeated for every predetermined time. First, in Step 201, the rolling-stock-run distance integrated value A is computed, and it is judged in Step 202 whether this mileage integrated value A reached the setting mileage As. Although it ends as it is when this judgment is denied, when affirmed, after progressing to Step 203 and resetting the mileage integrated value A to 0, in Step 204, valve element 71a is switched to another side from one side of two interception positions. That is, the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment are reversed.

[0100] Drawing 30 is the expanded sectional view of the septum 54 of NOX occlusion reduction-catalyst equipment. Although the exhaust air inlet face of a septum 54 which mainly collides, and the exhaust air gas-stream opposed face in pore carry out the collision uptake of the particulate as one uptake side and exhaust gas carries out oxidization removal by the active oxygen discharge agent as a grid shows to drawing 30 (A) since operation in the field II of drawing 27 is carried out while vehicles run the setting mileage As, this oxidization removing may become inadequate and a particulate may remain. At this time, although the exhaust back pressure of NOX occlusion reduction-catalyst equipment is not the forge fire which has a bad influence on a vehicles run, if a particulate accumulates further, problems, such as a sharp fall of unit power, will be generated. In the second flow chart, the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment are reversed at this time. Oxidization removal of the remains particulate is gradually carried out by the active oxygen which a particulate does not accumulate further by that cause on the particulate which remains to one uptake side of a septum 54, and is emitted from one uptake side. Moreover, it is destroyed easily, and is subdivided by the exhaust air gas stream of an opposite direction, and the particulate which remains in the pore of a septum moves to a downstream by it, as shown in drawing 30 (B).

[0101] When this distributes many subdivided particulates in the pore of a septum, namely, a particulate flows, the opportunity by which contacts directly the active oxygen discharge agent which the pore internal surface of a septum was made to support, and oxidization removal is carried out increases. in this way, it becomes that a remains particulate is boiled markedly and it is easy to carry out oxidization removal by making an active oxygen discharge agent support also into the pore of a septum Furthermore, in addition to this oxidization removal, oxidization removal is carried out by the active oxygen which the new particulate in exhaust gas adhered and was emitted from the active oxygen discharge agent by the uptake side of another side of the septum 54 which became an upstream by the adverse current of exhaust gas, i.e., the exhaust air inlet face of a septum 54 with which exhaust gas mainly collides in present, and the exhaust air gas-stream opposed face in pore (one uptake side serves as a relation of an opposite side). A part of active oxygen emitted from the active oxygen discharge agent on the occasion of these oxidization removal moves to a downstream with exhaust gas, and it carries out oxidization removal of the particulate which still remains also by the adverse current of exhaust gas.

[0102] That is, the remaining active oxygen used for the particulate oxidization removal in respect of the uptake of another side of a septum by the adverse current of not only the active oxygen in a septum emitted to the remains particulate of a uptake side from this uptake side but exhaust gas comes with exhaust gas. By that cause, though the particulate has accumulated on one uptake side of a septum in the shape of a laminating to some extent at the switch time of a valve element For active oxygen to arrive also at the particulate deposited on a remains particulate, if exhaust gas is made to flow backwards in addition, since a particulate does not accumulate further If oxidization removal is carried out gradually and a deposition particulate has a certain amount of time by next adverse current, oxidization removal is fully possible for it between them. In this way, if the first uptake side and the second uptake side are used

for a particulate uptake by turns, since the amount of particulate uptakes in each uptake side can be reduced and it will become advantageous to particulate oxidization removal as compared with the case where the uptake of the particulate is always carried out in respect of a single uptake, a particulate does not accumulate on NOX occlusion reduction-catalyst equipment, and the blinding of NOX occlusion reduction-catalyst equipment can be prevented.

[0103] In the second flow chart, a switch of a valve element is performed for every setting mileage, and a valve element is switched, before deteriorating in the quality of carbon in which the remains particulate on NOX occlusion reduction-catalyst equipment cannot oxidize easily. Moreover, carrying out oxidization removal of the particulate, before a lot of particulates' accumulate is also preventing problems, like a lot of deposition particulates' carrying out ignition combustion at once, and generating a lot of heat of combustion, and NOX occlusion reduction-catalyst equipment's carrying out an erosion with this heat of combustion. Moreover, though it is at the switch time of a valve element and a lot of particulates have accumulated on one uptake side of a NOX occlusion reduction-catalyst equipment septum according to a certain factor. Although some fragmentation particulates which were not able to carry out oxidization removal within the pore of a septum will be discharged from NOX occlusion reduction-catalyst equipment since a deposition particulate is destroyed and subdivided comparatively easily by the exhaust air gas stream of an opposite direction if a valve element is switched. The exhaust back pressure of NOX occlusion reduction-catalyst equipment increases further, and it does not have a bad influence on a vehicles run, and a particulate new uptake becomes possible according to the uptake side of another side of a NOX occlusion reduction-catalyst equipment septum.

[0104] In this way, if a valve element is switched for every setting mileage, it can prevent certainly that a lot of particulates accumulate on NOX occlusion reduction-catalyst equipment. The switch stage of a valve element for this is not limited for every setting mileage, for example, is good also as irregular also as every setup time.

[0105] Moreover, it uses that the differential pressure of the exhaust air upstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 and an exhaust air downstream goes up according to the particulate amount remained and deposited on NOX occlusion reduction-catalyst equipment, and you may make it switch a valve element noting that a certain amount of particulate has deposited the time of this differential pressure turning into more than setting differential pressure on NOX occlusion reduction-catalyst equipment. While the pressure sensor arranged at first connection 72a specifically detects the exhaust gas pressure of one side of NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70, i.e., the exhaust gas pressure in first connection 72a (refer to drawing 18 ). The pressure sensor arranged at second connection 72b detects the exhaust gas pressure of the other side of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, i.e., the exhaust gas pressure in second connection 72b (refer to drawing 18 ), and it judges whether the absolute value of the differential pressure of such exhaust gas pressure became beyond a setting-pressure difference. connection [ first ] 72a Here, even if it reaches and any of second connection 72b serve as an exhaust air upstream, because the grasp of elevation of differential pressure is enabled, use the absolute value of differential pressure. Strictly, in order to change also with the exhaust-air-pressure force discharged out of the cylinder for every engine operational status, as for the differential pressure of the both sides of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, it is desirable to specify engine operational status as judgment of particulate deposition.

[0106] Moreover, the electric resistance value change on the predetermined septum of for example, NOX occlusion reduction-catalyst equipment is supervised besides this differential pressure, and you may make it switch a valve element noting that a certain amount of particulate has deposited the time of an electric resistance value becoming below the set point by particulate deposition on NOX occlusion reduction-catalyst equipment. Moreover, you may make it switch a valve element by particulate deposition in the predetermined septum of NOX occlusion reduction-catalyst equipment using that the permeability of light falls, or the reflection factor of light falling. Thus, the sharp fall of unit power can be prevented still more certainly by judging particulate deposition directly and switching a valve element.

[0107] Moreover, in order to prevent a lot of particulate deposition, even if it does not switch a valve element intentionally as mentioned above, you may make it the interception position of the valve element at the time of a start switch in the SOX poisoning recovery of the first flow chart at the time of an end.

[0108] This exhaust emission control device makes it possible to reverse the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment by above very easy composition. Moreover, in NOX occlusion reduction-catalyst equipment, although a big effective-area product is needed in order to make the inflow of exhaust gas easy, it is usable in the NOX occlusion reduction-catalyst equipment which has a big effective-area product, without worsening vehicles loading nature in this exhaust emission control device, as shown in drawing 18 and 19.

[0109] Moreover, if the air-fuel ratio of exhaust gas is made rich (i.e., if the oxygen density in exhaust gas is reduced), active oxygen O will be emitted to the active oxygen discharge agent 61 shell exterior at a stretch. A deposition

particulate becomes what is easy to oxidize, and oxidization removal is easily carried out by the active oxygen O emitted to this breath.

[0110] On the other hand, if the air-fuel ratio is maintained by RIN, the front face of Platinum Pt will be worn with oxygen, and the so-called oxygen poisoning of Platinum Pt will arise. If such oxygen poisoning arises, in order for the oxidation to NOX to fall, the absorption efficiency of NOX falls, and the active oxygen burst size from the active oxygen discharge agent 61 falls thus. However, since the oxidation to NOX will become strong if oxygen poisoning is canceled, therefore an air-fuel ratio is again switched to rich shell RIN, since the oxygen on a platinum Pt front face will be consumed if an air-fuel ratio is made rich, the absorption efficiency of NOX becomes high, and the active oxygen burst size from the active oxygen discharge agent 61 increases thus.

[0111] Therefore, since oxygen poisoning of Platinum Pt will be canceled each time if an air-fuel ratio is occasionally switched temporarily richly from RIN when the air-fuel ratio is maintained by RIN, an active oxygen burst size in case an air-fuel ratio is RIN increases, and the particulate oxidation on NOX occlusion reduction-catalyst equipment 70 can be promoted thus.

[0112] Furthermore, so to speak, since the dissolution of this oxygen poisoning is combustion of a reducing substance, it carries out the temperature up of the NOX occlusion reduction-catalyst equipment with generation of heat. The oxidization removable amount of particles in NOX occlusion reduction-catalyst equipment improves by that cause, and remains and oxidization removal of further a deposition particulate become easy. If the air-fuel ratio of exhaust gas is made rich immediately after switching the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment by valve element 71a, since it is easy to emit active oxygen as compared with one uptake side, oxidization removal of the remains particulate of one uptake side can be carried out still more certainly by still a lot of active oxygen emitted in the uptake side of another side in the NOX occlusion reduction-catalyst equipment septum to which the particulate does not remain. Of course, regardless of a switch of valve element 71a, the air-fuel ratio of exhaust gas may be occasionally made rich, thereby, to NOX occlusion reduction-catalyst equipment, it remains, and is hard to deposit and a particulate becomes.

[0113] What is necessary is just to carry out the above-mentioned low-temperature combustion as a method of making the air-fuel ratio of exhaust gas rich, for example. Of course, when usually switching from combustion to low-temperature combustion, you may make it switch the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment in advance of it. Moreover, in order to make the air-fuel ratio of exhaust gas rich, you may only make a combustion air-fuel ratio rich. Moreover, in addition to the usual main-fuel injection by the compression stroke, an exhaust air line may inject fuel in a cylinder in an expansion stroke by the engine fuel injection valve (post injection), or fuel may be injected in a cylinder in an intake stroke (BIGOMU injection). Of course, post injection or BIGOMU injection does not necessarily need to prepare an interval between main-fuel injections. Moreover, it is also possible to supply fuel to an engine exhaust air system.

[0114] By the way, the calcium calcium in exhaust gas will generate a calcium sulfate  $\text{CaSO}_4$ , if  $\text{SO}_3$  exists. Oxidization removal will be hard to be carried out and this calcium sulfate  $\text{CaSO}_4$  will remain as an ash on NOX occlusion reduction-catalyst equipment. Therefore, in order to prevent the blinding of the NOX occlusion reduction-catalyst equipment by remains of a calcium sulfate, it is desirable to use alkali metal with an ionization tendency higher than Calcium calcium or alkaline earth metal K, for example, a potassium, as an active oxygen discharge agent 61, and  $\text{SO}_3$  diffused in the active oxygen discharge agent 61 combines with Potassium K, and forms potassium sulfate  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , and thereby, Calcium calcium passes the septum of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, without combining with  $\text{SO}_3$ . Therefore, it is lost that NOX occlusion reduction-catalyst equipment carries out blinding with an ash. In this way, it will be desirable to use alkali metal or alkaline earth metal K with an ionization tendency higher than Calcium calcium, i.e., a potassium, Lithium Li, Caesium Cs, Rubidium Rb, Barium Ba, and Strontium Sr as an active oxygen discharge agent 61, as mentioned above.

[0115] Moreover, even if it makes NOX occlusion reduction-catalyst equipment support only noble metals like Platinum Pt as an active oxygen discharge agent, active oxygen can be made to emit from  $\text{NO}_2$  held on the front face of Platinum Pt, or  $\text{SO}_3$ . However, the solid line which shows the oxidization removable amount G of particles in this case moves to right-hand side a little compared with the solid line shown in drawing 27. Moreover, it is also possible to use Seria as an active oxygen discharge agent. If the oxygen density of Seria in exhaust gas is high, it will absorb oxygen ( $\text{Ce}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{CeO}_2$ ), and since it is what ( $2\text{CeO}_2 \rightarrow \text{Ce}_2\text{O}_3$ ) emits active oxygen when the oxygen density in exhaust gas falls, it needs to make the air-fuel ratio in exhaust gas periodically rich to an indeterminate term for particulate oxidization removal. It may replace with Seria and iron or tin may be used.

[0116] Moreover, it is also possible to use the NOX occlusion reduction catalyst used for the NOX purification in exhaust gas as an active oxygen discharge agent. In this case, it is desirable for it to be necessary to make the air-fuel ratio of exhaust gas rich temporarily at least, in order to make NOX or SOX emit, and to carry out this rich-ized control

after an inversion with the upstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment and a downstream.

[0117] In this example, NOX occlusion reduction-catalyst equipment itself supports an active oxygen discharge agent, and although oxidization removal of the particulate shall be carried out by the active oxygen which this active oxygen discharge agent emits, this does not limit this invention. For example, even if quality of a particulate oxide, such as a nitrogen dioxide which functions on a par with active oxygen and active oxygen, is emitted from the matter which NOX occlusion reduction-catalyst equipment or it was made to support, you may make it flow into NOX occlusion reduction-catalyst equipment from the exterior. When the quality of a particulate oxide flows from the outside, in order to carry out the uptake of the particulate By using the first uptake side and the second uptake side of a uptake wall by turns, while became an exhaust air downstream. in respect of a uptake It is possible for a particulate not to newly accumulate, and for that it is also gradual to carry out oxidization removal of this deposition particulate by the particulate oxidization component which flows from the uptake side of another side, and to fully carry out oxidization removal of the deposition particulate in a certain amount of time. In during this period, since oxidization by the particulate oxidization component is performed with a particulate uptake, the same effect as the above-mentioned is brought about in the uptake side of another side. Moreover, in this case, the temperature up of NOX occlusion reduction-catalyst equipment raises own temperature of a particulate, and becomes that it is easy to carry out oxidization removal.

[0118] Although the diesel power plant of this example shall usually switch combustion with low-temperature combustion and shall be carried out, this cannot limit this invention and, of course, this invention can be applied also to the diesel power plant which usually only burns, or the gasoline engine which discharges a particulate.

[0119]

[Effect of the Invention] Thus, the NOX occlusion reduction-catalyst equipment which according to the exhaust emission control device of the internal combustion engine by this invention is arranged at an engine exhaust air system, absorbs NOX when atmosphere is a RIN air-fuel ratio soon, and emits NOX at the time of theoretical air fuel ratio or a rich air-fuel ratio, The inversion means for reversing the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, The supply means for supplying a reducing substance to NOX occlusion reduction-catalyst equipment from an exhaust air upstream is provided. for SOX poisoning recovery of NOX occlusion reduction-catalyst equipment While supplying a reducing substance by the supply means, the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment are reversed by the inversion means. In this way, although the supplied reducing substance burns in the exhaust air entrance section of NOX occlusion reduction-catalyst equipment, it mainly carries out the temperature up of the exhaust air outlet section good as a result by movement of the heat by the exhaust air gas stream. By that cause, if the exhaust air upstream and exhaust air downstream of NOX occlusion reduction-catalyst equipment are reversed by the inversion means Fuel will be supplied to the exhaust air entrance section by which the temperature up was carried out good, i.e., the old exhaust air outlet section. This fuel can carry out the temperature up of the exhaust air outlet section good while it burns good and carries out the temperature up of the exhaust air entrance section further, and it can carry out the temperature up of the whole NOX occlusion reduction-catalyst equipment to request temperature quickly because of SOX poisoning recovery.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

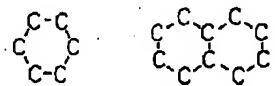
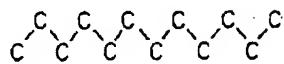
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

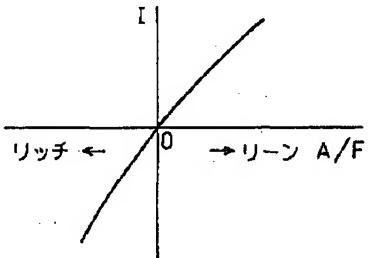
## [Drawing 8]

図 8



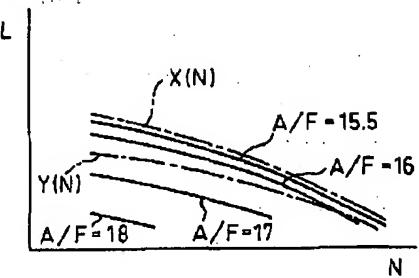
## [Drawing 12]

図 12



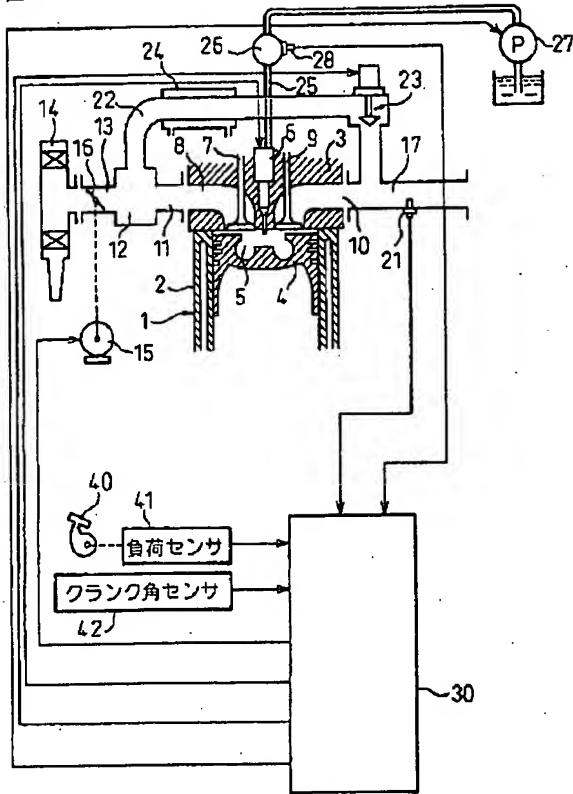
## [Drawing 14]

図 14



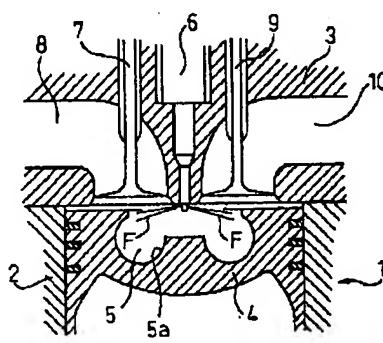
## [Drawing 1]

図 1



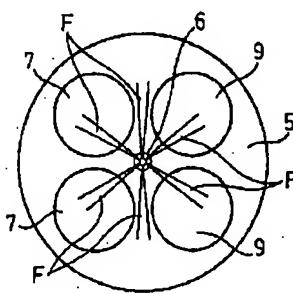
[Drawing 2]

図 2



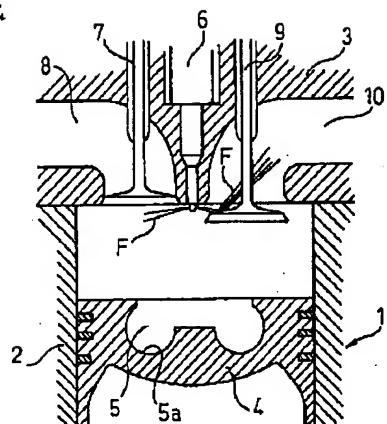
[Drawing 3]

図 3



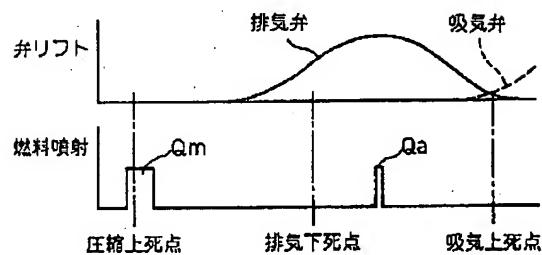
[Drawing 4]

図 4



[Drawing 5]

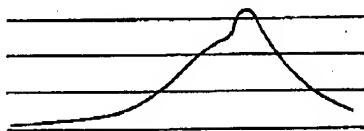
図 5



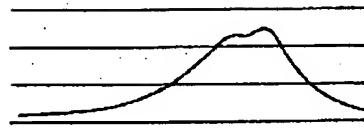
[Drawing 7]

図 7

(A)

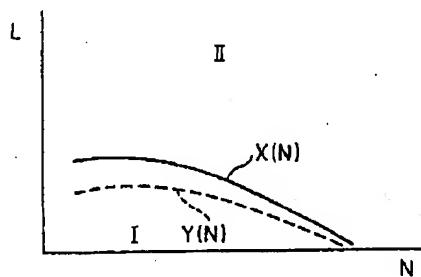


(B)



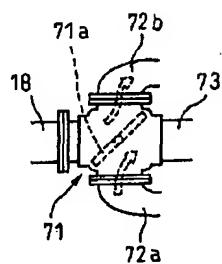
[Drawing 11]

図 11



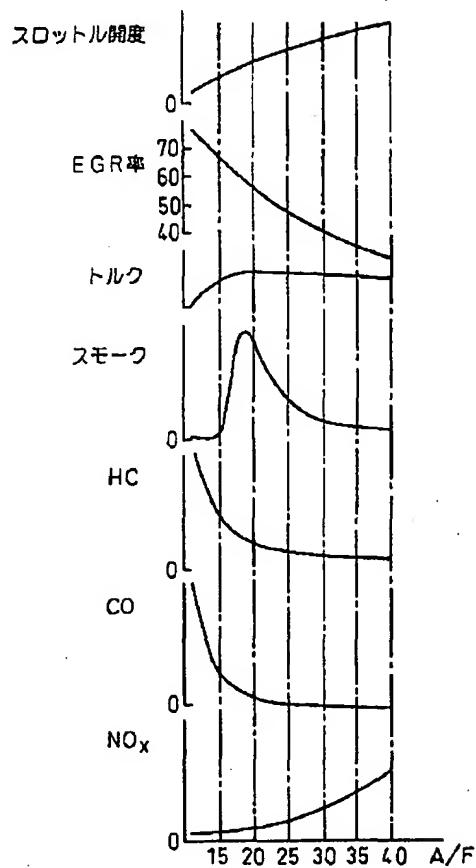
[Drawing 20]

図 20



[Drawing 6]

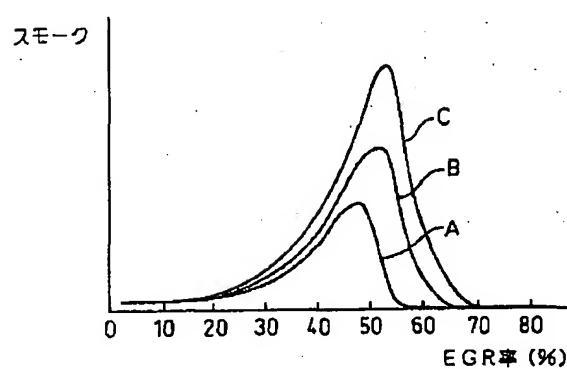
図 6



[Drawing 9]

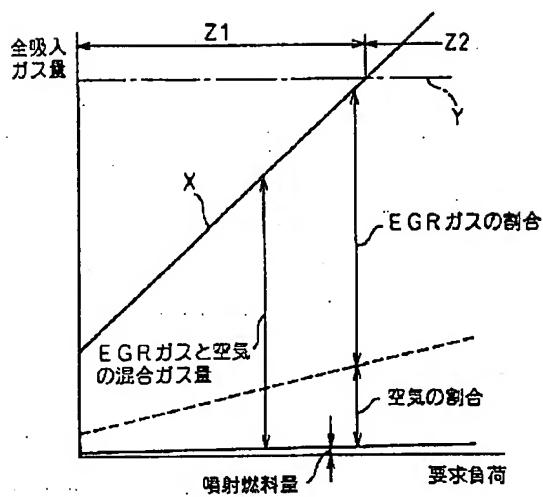
図 9

СMOKE

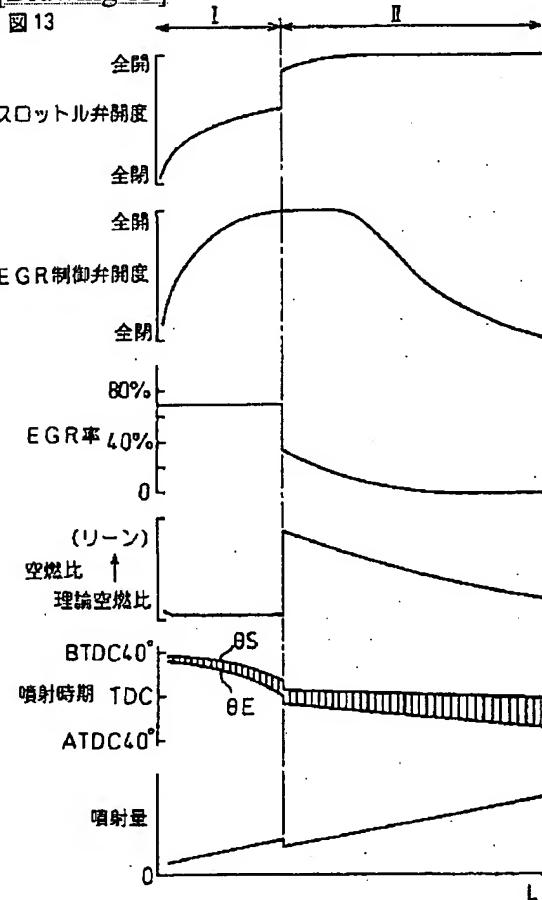


[Drawing 10]

図 10

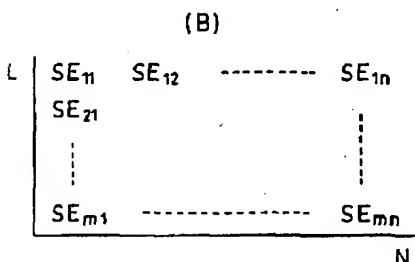
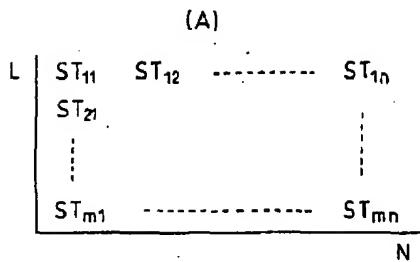


[Drawing 13]



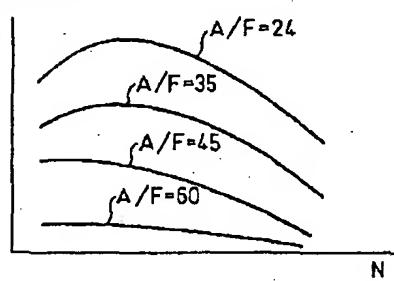
[Drawing 15]

図15



[Drawing 16]

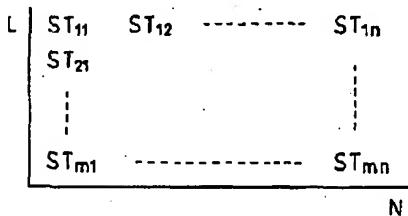
図16



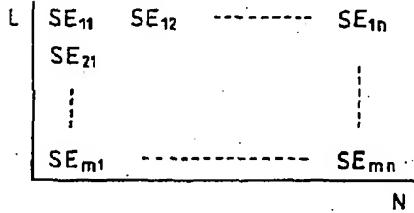
[Drawing 17]

図17

(A)

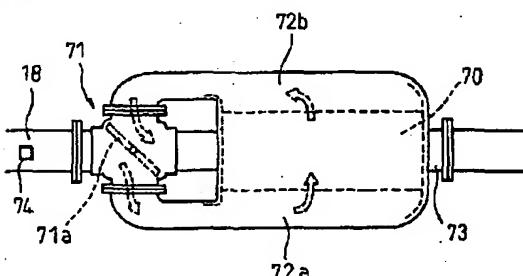


(B)

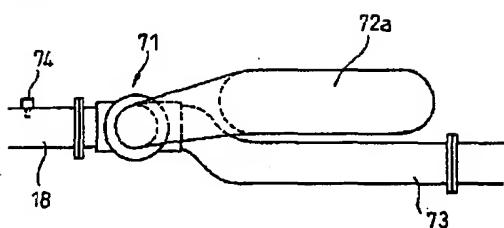


[Drawing 18]

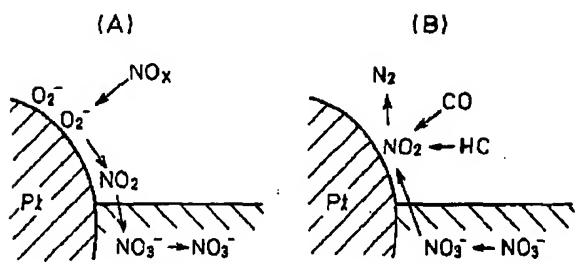
図18



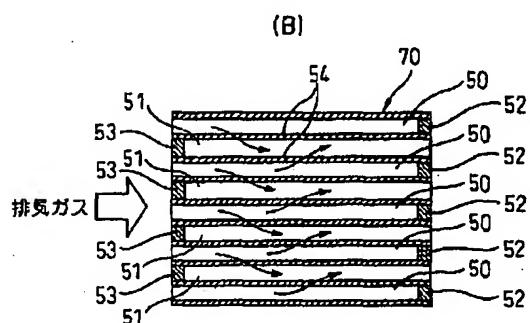
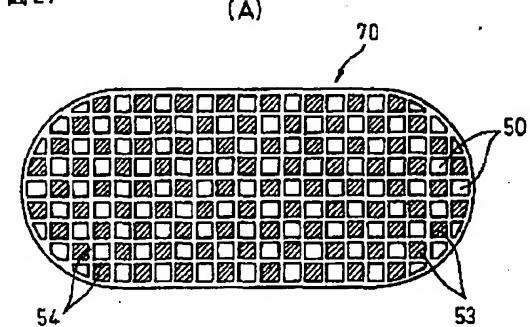
[Drawing 19]  
図 19



[Drawing 22]  
図 22



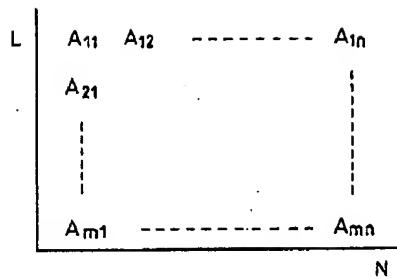
[Drawing 21]  
図 21



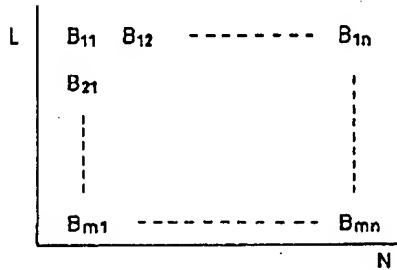
[Drawing 23]

図 23

(A)

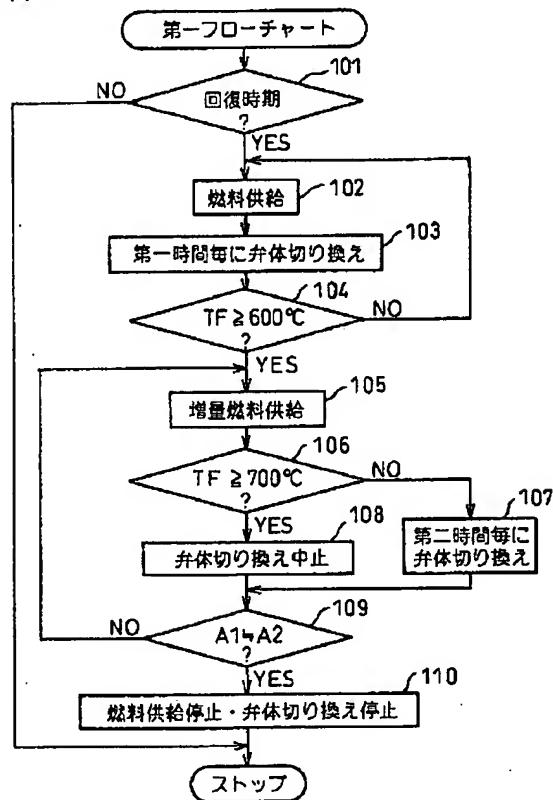


(B)



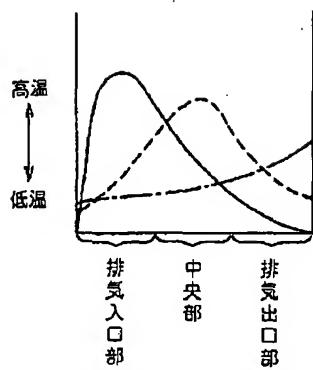
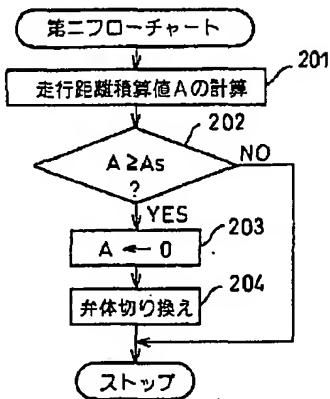
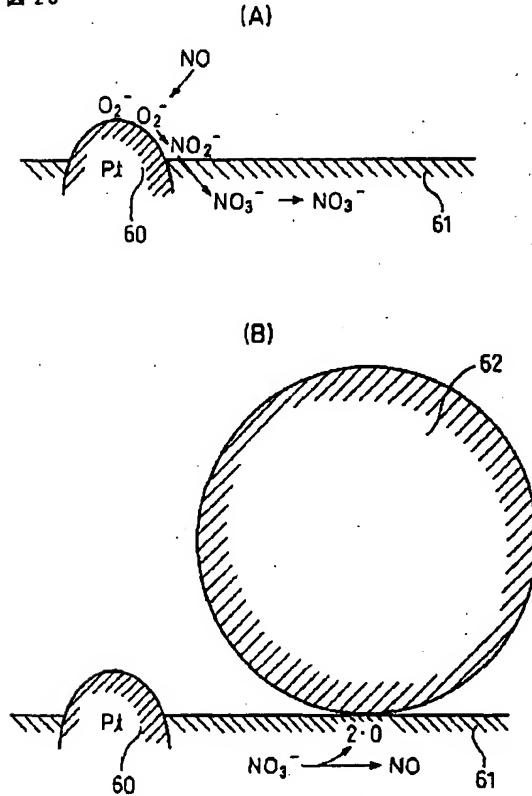
[Drawing 24]

図24



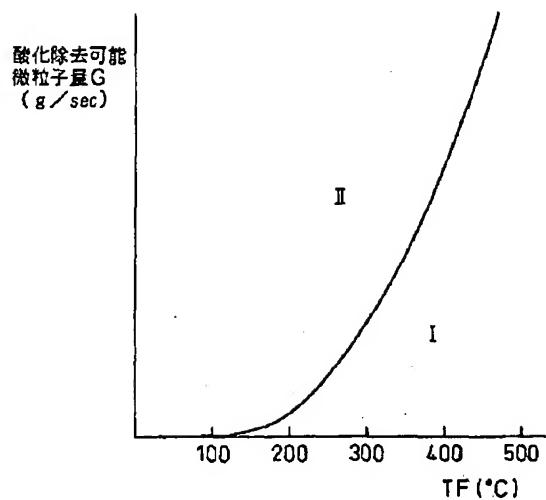
[Drawing 25]

図 25

[Drawing 29]  
図 29[Drawing 26]  
図 26

[Drawing 27]

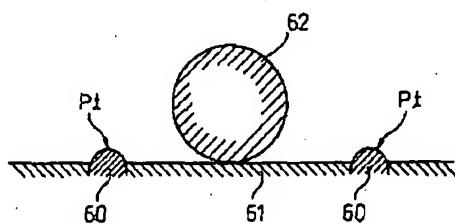
図 27



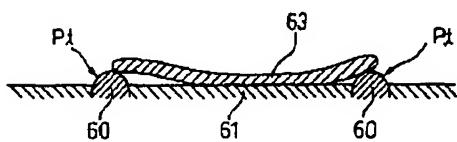
[Drawing 28]

図 28

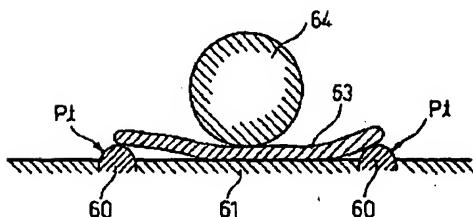
(A)



(B)



(C)

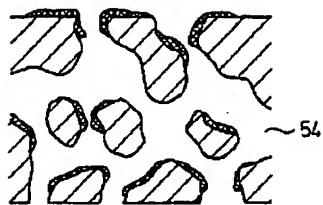


[Drawing 30]

図 30

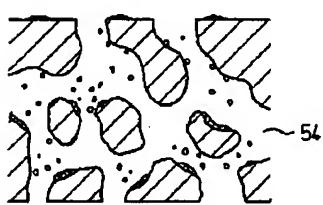
(A)

排気ガス流れ



(B)

排気ガス流れ



---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-13413  
(P2002-13413A)

(43)公開日 平成14年1月18日(2002.1.18)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>8</sup> (参考)
F 01 N 3/20		F 01 N 3/20	E 3 G 0 9 0
B 01 D 53/94		3/02	3 0 1 C 3 G 0 9 1
F 01 N 3/02	3 0 1		3 0 1 M 4 D 0 4 8
			3 2 1 A
	3 2 1	3/08	Z
	審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L (全 22 頁)		最終頁に統ぐ

(21)出願番号 特願2001-128288(P2001-128288)

(22)出願日 平成13年4月25日(2001.4.25)

(31)優先権主張番号 特願2000-134339(P2000-134339)

(32)優先日 平成12年4月28日(2000.4.28)

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 伊藤 和浩

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 田中 俊明

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外2名)

最終頁に統ぐ

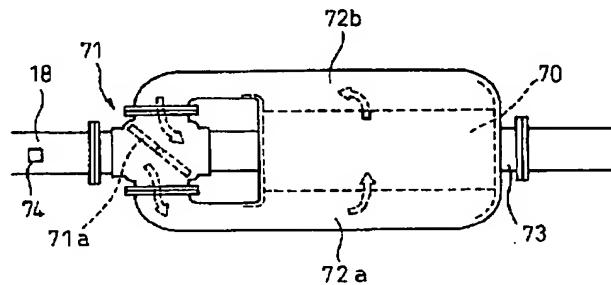
(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 機関排気系に配置されて近傍雰囲気がリーン空燃比の時にNO<sub>x</sub>を吸収し、理論空燃比又はリッチ空燃比の時にNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置のSO<sub>x</sub>被毒回復のための昇温を短時間で実現する。

【解決手段】 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70の排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段71と、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へ排気上流側から還元物質を供給するための供給手段74とを具備し、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置のSO<sub>x</sub>被毒回復のために、供給手段によって還元物質を供給すると共に逆転手段によってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転する。

図18



【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関、特にディーゼルエンジンの排気ガス中には有害な NO<sub>x</sub>が含まれており、この NO<sub>x</sub>を浄化するために、機関排気系に NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置を配置することが提案されている。NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置は、近傍雰囲気の酸素濃度が高い時に NO<sub>x</sub>を硝酸塩の形で吸収し、近傍雰囲気の酸素濃度が低くなると吸収した NO<sub>x</sub>を放出するものである。それにより、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置は、空気過剰のもとで燃焼が行われるディーゼルエンジンの排気ガス中から NO<sub>x</sub>を良好に吸収し、定期的に近傍雰囲気を理論空燃比又はリッチ空燃比として酸素濃度を低下させることにより、NO<sub>x</sub>を放出させて HC 等の還元物質により還元浄化し、NO<sub>x</sub>を大気中に放出させることなく良好に浄化することができる。

【0003】ところで、内燃機関の燃料には硫黄が含まれており、燃焼に際して SO<sub>x</sub>が生成される。SO<sub>x</sub>は、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へ NO<sub>x</sub>と同様なメカニズムにより硫酸塩の形で吸収される。硫酸塩は、安定な物質であるために、近傍雰囲気をリッチ空燃比としても NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置から放出され難く、吸蔵量が徐々に増加する。NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置への硝酸塩又は硫酸塩の吸蔵可能量は有限であり、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置における硫酸塩の吸蔵量が増加すれば（以下、SO<sub>x</sub>被毒と称する）、その分、硝酸塩の吸蔵可能量が減少し、遂には、全く NO<sub>x</sub>を吸収することができなくなる。

【0004】従って、SO<sub>x</sub>被毒された NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置は回復させなければならない。硫酸塩は安定な物質であるが、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置が 600°C 程度の高温とされれば、近傍雰囲気を理論空燃比又はリッチ空燃比として酸素濃度を低下させることにより、SO<sub>x</sub>として放出させることができる。それにより、一般的には、SO<sub>x</sub>被毒回復のために、酸素濃度が高い近傍雰囲気へ還元物質を供給し、この還元物質を燃焼させることにより、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度を 600°C 程度に昇温させている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうして供給される還元物質は、主に NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気入口部で燃焼してこの排気入口部を一旦は良好に昇温させる。しかしながら、この熱の多くは直ぐに排気ガス流と共に排気出口部へ移動するために、排気出口部は比較的良好に昇温させられても、排気入口部は温度低下して僅かに昇温するだけである。こうして、SO<sub>x</sub>被毒回復のために NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置全体を 600°C 以上に昇温するには、比較的長い時間を必要とする。

【0006】従って、本発明の目的は、SO<sub>x</sub>被毒回復のための NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置全体の昇温を短時間で

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 機関排気系に配置されて近傍雰囲気がリッチ空燃比の時に NO<sub>x</sub>を吸収し、理論空燃比又はリッチ空燃比の時に NO<sub>x</sub>を放出する NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置と、前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段と、前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へ排気上流側から還元物質を供給するための供給手段とを具備し、前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の SO<sub>x</sub>被毒回復のために、前記供給手段によって還元物質を供給すると共に前記逆転手段によって前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】 前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度が第一設定温度以上となった時又は前記第一設定温度以上となったと予測される時には、前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の近傍雰囲気が理論空燃比又はリッチ空燃比となるよう前記供給装置によって還元物質を供給し、前記逆転手段による前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側との逆転を繰り返し、前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度が第二設定温度以上となった時又は前記第二設定温度以上となったと予測される時には、前記逆転手段による前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側との逆転を中止することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】 前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置は排気ガス中のパティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、前記捕集壁によって捕集されたパティキュレートは酸化させられ、前記捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、前記逆転手段によって前記 NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために前記捕集壁の前記第一捕集面と前記第二捕集面とが交互に使用されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】 前記捕集壁には活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しつつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素に形で放出することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】 前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると NO<sub>x</sub>を酸素と結合させて NO<sub>x</sub>を保持しつつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させた NO<sub>x</sub>及び酸素を NO<sub>x</sub>と活性酸素とに分解して放出することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

実現することができる内燃機関の排気浄化装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明による請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置は、機関排気系に配置されて近傍雰囲気がリーン空燃比の時にNO<sub>x</sub>を吸収し、理論空燃比又はリッチ空燃比の時にNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置と、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段と、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へ排気上流側から還元物質を供給するための供給手段とを具備し、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置のSO<sub>x</sub>被毒回復のために、前記供給手段によって還元物質を供給すると共に前記逆転手段によって前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転することを特徴とする。

【0008】また、本発明による請求項2に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度が第一設定温度以上となった時又は前記第一設定温度以上となったと予測される時には、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の近傍雰囲気が理論空燃比又はリッチ空燃比となるように前記供給装置によって還元物質を供給し、前記逆転手段による前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側との逆転を繰り返し、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度が第二設定温度以上となった時又は前記第二設定温度以上となったと予測される時には、前記逆転手段による前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側との逆転を中止することを特徴とする。

【0009】また、本発明による請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項1又は2に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置は排気ガス中のパティキュレートを捕集するための捕集壁を有し、前記捕集壁によって捕集されたパティキュレートは酸化させられ、前記捕集壁は第一捕集面と第二捕集面とを有し、前記逆転手段によって前記NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とが逆転されることにより、パティキュレートを捕集するために前記捕集壁の前記第一捕集面と前記第二捕集面とが交互に使用されることを特徴とする。

【0010】また、本発明による請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項3に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記捕集壁には活性酸素放出剤が担持され、前記活性酸素放出剤から放出される活性酸素がパティキュレートを酸化させることを特徴とする。

【0011】また、本発明による請求項5に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を吸収して酸素を保持しつつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素に形

で放出することを特徴とする。

【0012】また、本発明による請求項6に記載の内燃機関の排気浄化装置は、請求項4に記載の内燃機関の排気浄化装置において、前記活性酸素放出剤は、周囲に過剰酸素が存在するとNO<sub>x</sub>を酸素と結合させてNO<sub>x</sub>を保持しつつ周囲の酸素濃度が低下すると結合させたNO<sub>x</sub>及び酸素をNO<sub>x</sub>と活性酸素とに分解して放出することを特徴とする。

【0013】

10 【発明の実施の形態】図1は、本発明による排気浄化装置を備える4ストロークディーゼルエンジンの概略縦断面図を示しており、図2は図1のディーゼルエンジンにおける燃焼室の拡大縦断面図であり、図3は図1のディーゼルエンジンにおけるシリンダヘッドの底面図である。図1から図3を参照すると、1は機関本体、2はシリンダブロック、3はシリンダヘッド、4はピストン、5aはピストン4の頂面上に形成されたキャビティ、5はキャビティ5a内に形成された燃焼室、6は電気制御式燃料噴射弁、7は一対の吸気弁、8は吸気ポート、9は一対の排気弁、10は排気ポートを夫々示す。吸気ポート8は対応する吸気枝管11を介してサージタンク12に連結され、サージタンク12は吸気ダクト13を介してエアクリーナ14に連結される。吸気ダクト13内には電気モータ15により駆動されるスロットル弁16が配置される。一方、排気ポート10は排気マニホールド17へ接続される。

10 【0014】図1に示されるように排気マニホールド17内には空燃比センサ21が配置される。排気マニホールド17とサージタンク12とはEGR通路22を介して互いに連結され、EGR通路22内には電気制御式EGR制御弁23が配置される。また、EGR通路22回りにはEGR通路22内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置24が配置される。図1に示される実施例では機関冷却水が冷却装置24内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。

40 【0015】一方、各燃料噴射弁6は燃料供給管25を介して燃料リザーバ、いわゆるコモンレール26に連結される。このコモンレール26内へは電気制御式の吐出量可変な燃料ポンプ27から燃料が供給され、コモンレール26内に供給された燃料は各燃料供給管25を介して燃料噴射弁6に供給される。コモンレール26にはコモンレール26内の燃料圧を検出するための燃料圧センサ28が取付けられ、燃料圧センサ28の出力信号に基づいてコモンレール26内の燃料圧が目標燃料圧となるように燃料ポンプ27の吐出量が制御される。

50 【0016】30は電子制御ユニットであり、空燃比センサ21の出力信号と、燃料圧センサ28の出力信号とが入力される。また、アクセルペダル40にはアクセルペダル40の踏込み量Lに比例した出力電圧を発生する負荷センサ41が接続され、電子制御ユニット30に

は、負荷センサ41の出力信号も入力され、さらに、クランクシャフトが例えば30°回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ42の出力信号も入力される。こうして、電子制御ユニット30は、各種信号に基づき、燃料噴射弁6、電気モータ15、EGR制御弁23、燃料ポンプ27、及び、切換部71内の切換弁71aを作動する。この切換弁71aに関しては後述する。

【0017】図2及び図3に示されるように本発明による実施例では燃料噴射弁6が6個のノズル口を有するホールノズルからなり、燃料噴射弁6のノズル口からは水平面に対しやや下向きに等角度間隔もって燃料Fが噴射される。図3に示されるように6個の燃料噴霧Fのうちで2個の燃料噴霧Fは各排気弁9の弁体の下側面に沿って飛散する。図2及び図3は圧縮行程末期に燃料噴射が行われた時を示している。この時には燃料噴霧Fはキャビティ5aの内周面に向けて進み、次いで着火燃焼せしめられる。

【0018】図4は排気行程中において排気弁9のリフト量が最大の時に燃料噴射弁6から追加の燃料が噴射された場合を示している。即ち、図5に示されるように圧縮上死点付近において主噴射Qmが行われ、次いで排気行程の中ほどで追加の燃料Qaが噴射された場合を示している。この場合、排気弁9の弁体方向に進む燃料噴霧Fは排気弁9の傘部背面と排気ポート10との間に向かう。即ち、云い換えると燃料噴射弁6の6個のノズル口のうちで2個のノズル口は、排気弁9が開弁している時に追加の燃料Qaの噴射が行われると燃料噴霧Fが排気弁9の傘部背面と排気ポート10との間に向かうように形成されている。なお、図4に示す実施例ではこの時に燃料噴霧Fが排気弁9の傘部背面に衝突し、排気弁9の傘部背面に衝突した燃料噴霧Fは排気弁9の傘部背面において反射し、排気ポート10内に向かう。

【0019】なお通常は追加の燃料Qaは噴射されず、主噴射Qmのみが行われる。図6は機関低負荷運転時においてスロットル弁16の開度及びEGR率を変化させることにより空燃比A/F(図6の横軸)を変化させたときの出力トルクの変化、及びスモーク、HC、CO、NOxの排出量の変化を示す実験例を表している。図6からわかるようにこの実験例では空燃比A/Fが小さくなるほどEGR率が大きくなり、理論空燃比(≈14.6)以下のときにはEGR率は65パーセント以上となっている。

【0020】図6に示されるようにEGR率を増大することにより空燃比A/Fを小さくしていくとEGR率が40パーセント付近となり空燃比A/Fが30程度になった時にスモークの発生量が増大を開始する。次いで、更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくするとスモークの発生量が急激に増大してピークに達する。次いで更にEGR率を高め、空燃比A/Fを小さくすると今度はスモークが急激に低下し、EGR率を65パーセント

以上とし、空燃比A/Fが15.0付近になるとスモークがほぼ零となる。即ち、煤がほとんど発生しなくなる。この時に機関の出力トルクは若干低下し、またNOxの発生量がかなり低くなる。一方、この時にHC及びCOの発生量は増大し始める。

【0021】図7(A)は空燃比A/Fが21付近でスモークの発生量が最も多い時の燃焼室5内の燃焼圧変化を示しており、図7(B)は空燃比A/Fが18付近でスモークの発生量がほぼ零の時の燃焼室5内における燃焼圧の変化を示している。図7(A)と図7(B)とを比較すればわかるようにスモークの発生量がほぼ零である図7(B)に示す場合はスモークの発生量が多い図7(A)に示す場合に比べて燃焼圧が低いことがわかる。

【0022】図6及び図7に示される実験結果から次のことが言える。即ち、まず第1に空燃比A/Fが15.0以下でスモークの発生量がほぼ零の時には図6に示されるようにNOxの発生量がかなり低下する。NOxの発生量が低下したということは燃焼室5内の燃焼温度が低下していることを意味しており、従って煤がほとんど発生しない時には燃焼室5内の燃焼温度が低くなっていると言える。同じことが図7からも言える。即ち、煤がほとんど発生していない図7(B)に示す状態では燃焼圧が低くなっていること、従ってこの時に燃焼室5内の燃焼温度は低くなっていることになる。

【0023】第2にスモークの発生量、即ち煤の発生量がほぼ零になると図6に示されるようにHC及びCOの排出量が増大する。このことは炭化水素が煤まで成長せずに排出されることを意味している。即ち、燃料中に含まれる図8に示されるような直鎖状炭化水素や芳香族炭化水素は酸素不足の状態で温度上昇せしめられると熱分解して煤の前駆体が形成され、次いで主に炭素原子が集合した固体からなる煤が生成される。この場合、実際の煤の生成過程は複雑であり、煤の前駆体がどのような形態をとるかは明確ではないがいざれにしても図8に示されるような炭化水素は煤の前駆体を経て煤まで成長することになる。従って、上述したように煤の発生量がほぼ零になると図6に示される如くHC及びCOの排出量が増大するがこの時のHCは煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素である。

【0024】図6及び図7に示される実験結果に基づくこれらの考察をまとめると燃焼室5内の燃焼温度が低い時には煤の発生量がほぼ零になり、この時には煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素が燃焼室5から排出されることになる。このことについて更に詳細に実験研究を重ねた結果、燃焼室5内における燃料及びその周囲のガス温度が或る温度以下である場合には煤の成長過程が途中で停止してしまい、即ち煤が全く発生せず、燃焼室5内における燃料及びその周囲の温度が或る温度以下になると煤が生成されることが判明したのである。

【0025】ところで煤の前駆体の状態で炭化水素の生

成過程が停止する時の燃料及びその周囲の温度、即ち上述の或る温度は燃料の種類や空燃比や圧縮比等の種々の要因によって変化するので何度であるかということは言えないが、この或る温度は  $NO_x$  の発生量と深い関係を有しており、従ってこの或る温度は  $NO_x$  の発生量から或る程度規定することができる。即ち、EGR率が増大するほど燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度は低下し、 $NO_x$  の発生量が低下する。この時において  $NO_x$  の発生量が 10 p.p.m 前後又はそれ以下になった時に煤がほとんど発生しなくなる。従って上述の或る温度は  $NO_x$  の発生量が 10 p.p.m 前後又はそれ以下になった時の温度にはほぼ一致する。

【0026】一旦、煤が生成されるとこの煤は単に酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって浄化することはできない。これに対して煤の前駆体又はその前の状態の炭化水素は酸化機能を有する触媒を用いた後処理でもって容易に浄化することができる。このように、 $NO_x$  の発生量を低減すると共に炭化水素を煤の前駆体又はその前の状態で燃焼室 5 から排出させることは排気ガスの浄化に極めて有効である。

【0027】さて、煤が生成される前の状態で炭化水素の成長を停止させるには燃焼室 5 内における燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制する必要がある。この場合、燃料及びその周囲のガス温度を抑制するには燃料が燃焼した際の燃料回りにおけるガスの吸熱作用が極めて大きく影響することが判明している。

【0028】即ち、燃料回りに空気しか存在しないと蒸発した燃料はただちに空気中の酸素と反応して燃焼する。この場合、燃料から離れている空気の温度はさほど上昇せず、燃料回りの温度のみが局所的に極めて高くなる。即ち、この時には燃料から離れている空気は燃料の燃焼熱の吸熱作用をほとんど行わない。この場合には燃焼温度が局所的に極めて高くなるために、この燃焼熱を受けた未燃炭化水素は煤を生成することになる。

【0029】一方、多量の不活性ガスと少量の空気の混合ガス中に燃料が存在する場合には若干状況が異なる。この場合には蒸発燃料は周囲に拡散して不活性ガス中に混在する酸素と反応し、燃焼することになる。この場合には燃焼熱は回りの不活性ガスに吸収されるために燃焼温度はさほど上昇しなくなる。即ち、燃焼温度を低く抑えることができることになる。即ち、燃焼温度を抑制するには不活性ガスの存在が重要な役割を果しており、不活性ガスの吸熱作用によって燃焼温度を低く抑えることができることになる。

【0030】この場合、燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に抑制するにはそうするのに十分な熱量を吸収しうるだけの不活性ガス量が必要となる。従って燃料量が増大すれば必要となる不活性ガス量はそれに伴って増大することになる。なお、こ

の場合、不活性ガスの比熱が大きいほど吸熱作用は強力となり、従って不活性ガスは比熱の大きなガスが好ましいことになる。この点、CO<sub>2</sub>やEGRガスは比較的の比熱が大きいので不活性ガスとしてEGRガスを用いることは好ましいと言える。

【0031】図9は不活性ガスとしてEGRガスを用い、EGRガスの冷却度合を変えたときのEGR率とスモークとの関係を示している。即ち、図9において曲線AはEGRガスを強力に冷却してEGRガス温をほぼ 90 °C に維持した場合を示しており、曲線Bは小型の冷却装置でEGRガスを冷却した場合を示しており、曲線CはEGRガスを強制的に冷却していない場合を示している。

【0032】図9の曲線Aで示されるようにEGRガスを強力に冷却した場合にはEGR率が 50 パーセントよりも少し低いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ 55 パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。一方、図9の曲線Bで示されるようにEGRガスを少し冷却した場合にはEGR率が 50 パーセントよりも少し高いところで煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ 65 パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。

【0033】また、図9の曲線Cで示されるようにEGRガスを強制的に冷却していない場合にはEGR率が 55 パーセントの付近で煤の発生量がピークとなり、この場合にはEGR率をほぼ 70 パーセント以上にすれば煤がほとんど発生しなくなる。なお、図9は機関負荷が比較的高い時のスモークの発生量を示しており、機関負荷が小さくなると煤の発生量がピークとなるEGR率は若干低下し、煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限も若干低下する。このように煤がほとんど発生しなくなるEGR率の下限はEGRガスの冷却度合や機関負荷に応じて変化する。

【0034】図10は不活性ガスとしてEGRガスを用いた場合において燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度にするために必要なEGRガスと空気の混合ガス量、及びこの混合ガス量中の空気の割合、及びこの混合ガス中のEGRガスの割合を示している。なお、図10において縦軸は燃焼室 5 内に吸入される全吸入ガス量を示しており、鎖線Yは過給が行われない時に燃焼室 5 内に吸入しうる全吸入ガス量を示している。また、横軸は要求負荷を示しており、Z1 は低負荷運転領域を示している。

【0035】図10を参照すると空気の割合、即ち混合ガス中の空気量は噴射された燃料を完全に燃焼せしめるのに必要な空気量を示している。即ち、図10に示される場合では空気量と噴射燃料量との比は理論空燃比となっている。一方、図10においてEGRガスの割合、即ち混合ガス中のEGRガス量は噴射燃料が燃焼せしめられた時に燃料及びその周囲のガス温度を煤が形成される

温度よりも低い温度にするのに必要最低限のEGRガス量を示している。このEGRガス量はEGR率で表すとほぼ55パーセント以上であり、図10に示す実施例では70パーセント以上である。即ち、燃焼室5内に吸入された全吸入ガス量を図10において実線Xとし、この全吸入ガス量Xのうちの空気量とEGRガス量との割合を図10に示すような割合にすると燃料及びその周囲のガス温度は煤が生成される温度よりも低い温度となり、斯くて煤が全く発生しなくなる。また、この時のNO<sub>x</sub>発生量は10p.p.m前後、又はそれ以下であり、従ってNO<sub>x</sub>の発生量は極めて少量となる。

【0036】燃料噴射量が増大すれば燃料が燃焼した際の発熱量が増大するので燃料及びその周囲のガス温度を煤が生成される温度よりも低い温度に維持するためにはEGRガスによる熱の吸収量を増大しなければならない。従って図10に示されるようにEGRガス量は噴射燃料量が増大するにつれて増大せしめなければならない。即ち、EGRガス量は要求負荷が高くなるにつれて増大する必要がある。

【0037】一方、図10の負荷領域Z2では煤の発生を阻止するのに必要な全吸入ガス量Xが吸入しうる全吸入ガス量Yを越えてしまう。従ってこの場合、煤の発生を阻止するのに必要な全吸入ガス量Xを燃焼室5内に供給するにはEGRガス及び吸入空気の双方、或いはEGRガスを過給又は加圧する必要がある。EGRガス等を過給又は加圧しない場合には負荷領域Z2では全吸入ガス量Xは吸入しうる全吸入ガス量Yに一致する。従ってこの場合、煤の発生を阻止するためには空気量を若干減少させてEGRガス量を増大すると共に空燃比がリッチのもとで燃料を燃焼せしめることになる。

【0038】前述したように図10は燃料を理論空燃比のもとで燃焼させる場合を示しているが図10に示される低負荷運転領域Z1において空気量を図10に示される空気量よりも少なくても、即ち空燃比をリッチにしても煤の発生を阻止しつつNO<sub>x</sub>の発生量を10p.p.m前後又はそれ以下にすることができる、また図10に示される低負荷領域Z1において空気量を図10に示される空気量よりも多くしても、即ち空燃比の平均値を1.7から1.8のリーンにしても煤の発生を阻止しつつNO<sub>x</sub>の発生量を10p.p.m前後又はそれ以下にすることができる。

【0039】即ち、空燃比がリッチにされると燃料が過剰となるが燃焼温度が低い温度に抑制されているために過剰な燃料は煤まで成長せず、斯くて煤が生成されることがない。また、この時にはNO<sub>x</sub>も極めて少量しか発生しない。一方、平均空燃比がリーンのとき、或いは空燃比が理論空燃比の時でも燃焼温度が高くなれば少量の煤が生成されるが本発明では燃焼温度が低い温度に抑制されているので煤は全く生成されない。更に、NO<sub>x</sub>も極めて少量しか発生しない。

【0040】このように、機関低負荷運転領域Z1では空燃比にかかわらずに、即ち空燃比がリッチであろうと、理論空燃比であろうと、或いは平均空燃比がリーンであろうと煤が発生されず、NO<sub>x</sub>の発生量が極めて少量となる。従って燃料消費率の向上を考えると、この時の平均空燃比をリーンにすることが好ましいと言える。

【0041】ところで燃焼室内における燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制しうるのは燃焼による発熱量が少ない比較的機関負荷が低いときに限られる。従って本発明による実施例では機関負荷が比較的低い時には燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を炭化水素の成長が途中で停止する温度以下に抑制して第一燃焼、即ち低温燃焼を行うようにし、機関負荷が比較的高いときには第二燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼を行うようにしている。なお、ここで第一燃焼、即ち低温燃焼とはこれまでの説明から明らかのように煤の発生量が最大となる最悪不活性ガス量よりも燃焼室内的不活性ガス量が多く煤がほとんど発生しない燃焼のことを言い、第二燃焼、即ち従来より普通に行われている燃焼とは煤の発生量が最大となる最悪不活性ガス量よりも燃焼室内的不活性ガス量が少ない燃焼のことを言う。

【0042】図11は第一燃焼、即ち低温燃焼が行われる第1の運転領域Iと、第二燃焼、即ち従来の燃焼方法による燃焼が行われる第2の燃焼領域IIとを示している。なお、図11において縦軸Lはアクセルペダル40の踏込み量、即ち要求負荷を示しており、横軸Nは機関回転数を示している。また、図11においてX(N)は第1の運転領域Iと第2の運転領域IIとの第1の境界を示しており、Y(N)は第1の運転領域Iと第2の運転領域IIとの第2の境界を示している。第1の運転領域Iから第2の運転領域IIへの運転領域の変化判断は第1の境界X(N)に基づいて行われ、第2の運転領域IIから第1の運転領域Iへの運転領域の変化判断は第2の境界Y(N)に基づいて行われる。

【0043】即ち、機関の運転状態が第1の運転領域Iにあって低温燃焼が行われている時に要求負荷Lが機関回転数Nの関数である第1の境界X(N)を越えると運転領域が第2の運転領域IIに移ったと判断され、従来の燃焼方法による燃焼が行われる。次いで要求負荷Lが機関回転数Nの関数である第2の境界Y(N)よりも低くなると運転領域が第1の運転領域Iに移ったと判断され、再び低温燃焼が行われる。

【0044】図12は空燃比センサ21の出力を示している。図12に示されるように空燃比センサ21の出力電流Iは空燃比A/Fに応じて変化する。従って空燃比センサ21の出力電流Iから空燃比を知ることができる。次に図13を参照しつつ第1の運転領域I及び第2の運転領域IIにおける運転制御について概略的に説明する。

【0045】図13は要求負荷Lに対するスロットル弁16の開度、EGR制御弁23の開度、EGR率、空燃比、噴射時期及び噴射量を示している。図13に示されるように要求負荷Lの低い第1の運転領域Iではスロットル弁16の開度は要求負荷Lが高くなるにつれて全閉近くから半開程度まで徐々に増大せしめられ、EGR制御弁23の開度は要求負荷Lが高くなるにつれて全閉近くから全開まで徐々に増大せしめられる。また、図13に示される例では第1の運転領域IではEGR率がほぼ70パーセントとされており、空燃比はわずかばかりリーンなリーン空燃比とされている。

【0046】言い換えると第1の運転領域IではEGR率がほぼ70パーセントとなり、空燃比がわずかばかりリーンなリーン空燃比となるようにスロットル弁16の開度及びEGR制御弁23の開度が制御される。なお、この時の空燃比は空燃比センサ21の出力信号に基づいてEGR制御弁23の開度を補正することによって目標リーン空燃比に制御される。また、第1の運転領域Iでは圧縮上死点TDC前に燃料噴射が行われる。この場合、噴射開始時期θSは要求負荷Lが高くなるにつれて遅くなり、噴射完了時期θEも噴射開始時期θSが遅くなるにつれて遅くなる。

【0047】なお、アイドリング運転時にはスロットル弁16は全閉近くまで閉弁され、この時にはEGR制御弁23も全閉近くまで閉弁せしめられる。スロットル弁16を全閉近くまで閉弁すると圧縮始めの燃焼室5内の圧力が低くなるために圧縮圧力が小さくなる。圧縮圧力が小さくなるとピストン4による圧縮仕事が小さくなるために機関本体1の振動が小さくなる。即ち、アイドリング運転時には機関本体1の振動を抑制するためにスロットル弁16が全閉近くまで閉弁せしめられる。

【0048】一方、機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わるとスロットル弁16の開度が半開状態から全開方向へステップ状に増大せしめられる。この時に図13に示す例ではEGR率がほぼ70パーセントから40パーセント以下までステップ状に減少せしめられ、空燃比がステップ状に大きくなる。即ち、EGR率が多量のスモークを発生するEGR率範囲(図9)を飛び越えるので機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わると多量のスモークが発生することがない。

【0049】第2の運転領域IIでは従来から行われている燃焼が行われる。この燃焼方法では煤及びNOxが若干発生するが低温燃焼に比べて熱効率は高く、従って機関の運転領域が第1の運転領域Iから第2の運転領域IIに変わると図13に示されるように噴射量がステップ状に低減せしめられる。

【0050】第2の運転領域IIではスロットル弁16は一部を除いて全開状態に保持され、EGR制御弁23の開度は要求負荷Lが高くなると次第に小さくなる。こ

の運転領域IIではEGR率は要求負荷Lが高くなるほど低くなり、空燃比は要求負荷Lが高くなるほど小さくなる。ただし、空燃比は要求負荷Lが高くなつてもリーン空燃比とされる。また、第2の運転領域IIでは噴射開始時期θSは圧縮上死点TDC付近とされる。

【0051】図14は第1の運転領域Iにおける空燃比A/Fを示している。図14において、A/F=1.5. 5、A/F=1.6、A/F=1.7、A/F=1.8で示される各曲線は夫々空燃比が1.5. 5、1.6、1.7、1.8である時を示しており、各曲線間の空燃比は比例配分により定められる。図14に示されるように第1の運転領域Iでは空燃比がリーンとなっており、更に第1の運転領域Iでは要求負荷Lが低くなるほど空燃比A/Fがリーンとされる。

【0052】即ち、要求負荷Lが低くなるほど燃焼による発熱量が少なくなる。従って要求負荷Lが低くなるほどEGR率を低下させても低温燃焼を行うことができる。EGR率を低下させると空燃比は大きくなり、従って図14に示されるように要求負荷Lが低くなるにつれて空燃比A/Fが大きくなる。空燃比A/Fが大きくなるほど燃料消費率は向上し、従ってできる限り空燃比をリーンにするために本実施例では要求負荷Lが低くなるにつれて空燃比A/Fが大きくなる。

【0053】なお、空燃比を図14に示す目標空燃比とするのに必要なスロットル弁16の目標開度STが図15(A)に示されるように要求負荷L及び機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比を図14に示す目標空燃比とするのに必要なEGR制御弁23の目標開度SEが図15(B)に示されるように要求負荷L及び機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0054】図16は第二燃焼、即ち従来の燃焼方法による普通の燃焼が行われるときの目標空燃比を示している。なお、図16においてA/F=2.4、A/F=3.5、A/F=4.5、A/F=6.0で示される各曲線は夫々目標空燃比2.4、3.5、4.5、6.0を示している。空燃比をこの目標空燃比とするのに必要なスロットル弁16の目標開度STが図17(A)に示されるように要求負荷L及び機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されており、空燃比をこの目標空燃比とするのに必要なEGR制御弁23の目標開度SEが図17(B)に示されるように要求負荷L及び機関回転数Nの関数としてマップの形で予めROM32内に記憶されている。

【0055】こうして、本実施例のディーゼルエンジンでは、アクセルペダル40の踏み込み量L及び機関回転数Nとに基づき、第一燃焼、すなわち、低温燃焼と、第二燃焼、すなわち、普通の燃焼とが切り換えられ、各燃焼において、アクセルペダル40の踏み込み量L及び機関回転数Nとに基づき、図15又は図17に示すマップ

によってスロットル弁16及びEGR弁の開度制御が実施される。

【0056】図18は本実施例の排気浄化装置を示す平面図であり、図19はその側面図である。本排気浄化装置は、排気マニホールド17の下流側に排気管18を介して接続された切換部71と、NOx吸蔵還元触媒装置70と、NOx吸蔵還元触媒装置70の一方側と切換部71とを接続する第一接続部72aと、NOx吸蔵還元触媒装置70の他方側と切換部71とを接続する第二接続部72bと、切換部71の下流側の排気通路73とを具備している。排気管18には切換部71の上流側へ燃料等の還元物質を供給するための燃料供給装置74が設けられている。切換部71は、切換部71内で排気流れを遮断することを可能とする弁体71aを具備している。弁体71aは、負圧アクチュエータ又はステップモータ等によって駆動される。弁体71aの一方の遮断位置において、切換部71内の上流側が第一接続部72aと連通されると共に切換部71内の下流側が第二接続部72bと連通され、排気ガスは、図18に矢印で示すように、NOx吸蔵還元触媒装置70の一方側から他方側へ流れれる。

【0057】また、図20は、弁体71aの他方の遮断位置を示している。この遮断位置において、切換部71内の上流側が第二接続部72bと連通されると共に切換部71内の下流側が第一接続部72aと連通され、排気ガスは、図20に矢印で示すように、NOx吸蔵還元触媒装置70の他方側から一方側へ流れれる。こうして、弁体71aを切り換えることによって、NOx吸蔵還元触媒装置70へ流入する排気ガスの方向を逆転することができ、すなわち、NOx吸蔵還元触媒装置70の排気上流側と排気下流側とを逆転することが可能となる。

【0058】図21にNOx吸蔵還元触媒装置70の構造を示す。なお、図21において、(A)はNOx吸蔵還元触媒装置70の正面図であり、(B)は側面断面図である。これらの図に示すように、本NOx吸蔵還元触媒装置70は、長円正面形状を有し、例えば、コージライトのような多孔質材料から形成されたハニカム構造をなすウォールフロー型であり、多数の軸線方向に延在する隔壁54によって細分された多数の軸線方向空間を有している。隣接する二つの軸線方向空間において、栓53によって、一方は排気下流側で閉鎖され、他方は排気上流側で閉鎖される。こうして、隣接する二つの軸線方向空間の一方は排気ガスの流入通路50となり、他方は流出通路51となり、排気ガスは、図21(B)に矢印で示すように、必ず隔壁54を通過する。各隔壁54の両側表面上、及び、好ましくは各隔壁54内の細孔表面上にもアルミニナ等を使用して以下に説明するNOx吸収剤と白金Ptののような貴金属触媒とが担持されている。

【0059】隔壁54に担持させたNOx吸収剤は、本実施例では、カリウムK、ナトリウムNa、リチウムL

i、セシウムCsのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCaのようなアルカリ土類、ランタンLa、イットリウムYのような希土類から選ばれた少なくとも一つである。このNOx吸収剤は、近傍雰囲気中の空燃比(空気と燃料との比であり、ここで、どれだけの燃料が空気中の酸素を使用して燃焼しているかは関係ない)がリーンのときにはNOxを吸収し、空燃比が理論空燃比又はリッチになると吸収したNOxを放出するNOxの吸放出作用を行う。

【0060】このNOx吸収剤は実際にNOxの吸放出作用を行うが、この吸放出作用の詳細なメカニズムについては明らかでない部分もある。しかしながらこの吸放出作用は図22に示すようなメカニズムで行われているものと考えられる。次にこのメカニズムについてNOx吸蔵還元触媒装置の隔壁上に白金PtおよびバリウムBaを担持させた場合を例にとって説明するが他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類、希土類を用いても同様なメカニズムとなる。

【0061】低温燃焼及び普通燃焼に係わらず、空燃比がリーンの状態で燃焼が行われている場合には、排気ガス中の酸素濃度は高く、このときには図22(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着する。一方、流入排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる(2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>)。次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で酸化されつつ吸収剤内に吸収されて酸化バリウムBaOと結合しながら図22(A)に示されるように硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形で吸収剤内に拡散する。このようにしてNOxがNOx吸収剤内に吸収される。近傍雰囲気の酸素濃度が高い限り白金Ptの表面でNO<sub>2</sub>が生成され、吸収剤のNOx吸収能力が飽和しない限り、NO<sub>2</sub>が吸収剤内に吸収されて硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が生成される。

【0062】一方、近傍雰囲気の空燃比がリッチにされると酸素濃度が低下し、その結果白金Ptの表面でのNO<sub>2</sub>の生成量が低下する。NO<sub>2</sub>の生成量が低下すると反応が逆方向(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>→NO<sub>2</sub>)に進み、斯くて吸収剤内の硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>がNO<sub>2</sub>の形で吸収剤から放出される。このときNOx吸収剤から放出されたNOxは図22(B)に示されるように近傍雰囲気中に含まれるHC及びCO等と反応して還元せしめられる。このようにして白金Ptの表面上にNO<sub>2</sub>が存在しなくなると吸収剤から次から次へとNO<sub>2</sub>が放出される。従って近傍雰囲気の空燃比がリッチにされると短時間のうちにNOx吸収剤からNOxが放出され、しかもこの放出されたNOxが還元されるために大気中にNOxが排出されることはない。

【0063】なお、この場合、近傍雰囲気の空燃比を理論空燃比にしてもNOx吸収剤からNOxが放出される。しかしながら、この場合にはNOx吸収剤からNOxが徐

々にしか放出されないために  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置に吸收されている全  $\text{NO}_x$  を放出させるには若干長い時間を要する。

【0064】ところで  $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力には限度があり、 $\text{NO}_x$  吸収剤の  $\text{NO}_x$  吸収能力が飽和する前に  $\text{NO}_x$  吸収剤から  $\text{NO}_x$  を放出させる必要がある。すなわち、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置 70 に吸収されている  $\text{NO}_x$  量が  $\text{NO}_x$  貯蔵可能量に達する以前に、 $\text{NO}_x$  を放出させ還元浄化する再生の必要があり、そのためには、この  $\text{NO}_x$  量を推定する必要がある。そこで本実施例では低温燃焼が行われている時の単位時間当たりの  $\text{NO}_x$  吸収量 A を要求負荷 L 及び機関回転数 N の関数として図 23 (A) に示すようなマップの形で予め求めておき、普通燃焼が行われている時の単位時間当たりの  $\text{NO}_x$  吸収量 B を要求負荷 L 及び機関回転数 N の関数として図 23

(B) に示すようなマップの形で予め求めておき、これら単位時間当たりの  $\text{NO}_x$  吸収量 A, B を積算することによって  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置に吸収されている  $\text{NO}_x$  量を推定するようにしている。ここで、低温燃焼が行われているときの単位時間当たりの  $\text{NO}_x$  吸収量 A は、もちろん、低温燃焼がリッチ空燃比で行われる時には  $\text{NO}_x$  は放出されることとなるために、マイナス値となる。本実施例ではこの  $\text{NO}_x$  吸収量が予め定められた許容値を越えた時に  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置を再生するために、理論空燃比又はリッチ空燃比での低温燃焼を実施するか、又は、燃料供給装置 74 を使用して燃料を供給することにより、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置 70 の近傍雰囲気を理論空燃比又リッチ空燃比とし、少なくとも再生が完了するまでの時間（近傍雰囲気の空燃比が小さいほど短くなる）だけこの状態を維持するようになっている。

【0065】ところで、内燃機関の燃料には硫黄が含まれており、燃焼に際して  $\text{SO}_x$  が生成される。 $\text{SO}_x$  は、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置 70 へ  $\text{NO}_x$  と同様なメカニズムにより硫酸塩の形で吸収される。硫酸塩は、安定な物質のために、近傍雰囲気をリッチ空燃比としても  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置から放出され難く、吸収量が徐々に増加する。 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置への硝酸塩又は硫酸塩の吸収可能量は有限であり、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置における硫酸塩の吸収量が増加すれば（以下、 $\text{SO}_x$  被毒と称する）、その分、硝酸塩の吸収可能量が減少し、遂には、全く  $\text{NO}_x$  を吸収することができなくなる。

【0066】従って、本実施例では、図 24 に示す第一フローチャートによって  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置 70 の  $\text{SO}_x$  被毒を回復するようになっている。本フローチャートは、所定時間毎に繰り返される。先ず、ステップ 101 において、 $\text{SO}_x$  被毒の回復が必要な回復時期であるか否かが判断される。この判断には、例えば、これまでに消費した燃料量を積算し、この積算燃料量が設定量に達したことを利用することができる。また、前述の再生処理において、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の排気上流側

の空燃比はリッチにされるが、再生中においては、 $\text{HC}$  等の還元物質が放出された  $\text{NO}_x$  の還元浄化に使用されるために、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の下流側の空燃比は理論空燃比に近くなる。しかしながら、再生が完了すると、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の下流側の空燃比は、上流側の空燃比とほぼ等しくリッチとなる。これをを利用して再生時間を検出すれば、 $\text{SO}_x$  被毒の回復時期が判断可能である。なぜなら、回復が必要なほど  $\text{SO}_x$  被毒が進行していると、再生時期における  $\text{NO}_x$  吸収量が実際に 10 は少なくなっている、再生時間が短くなるためである。

【0067】ステップ 101 における判断が否定される時にはそのまま終了するが、肯定される時にはステップ 102 に進み、燃料供給装置 74 によって燃料が供給される。この時に低温燃焼が実施されている時には燃焼空燃比はリーンとされ、排気ガス中には比較的多くの酸素が含まれているようにして、燃料が供給されても  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置 70 の近傍雰囲気は結果としてリーン空燃比とされる。こうして、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置 70 には十分な酸素と燃料とが供給され、この燃料は、主に  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の排気入口部において、そこに担持されている酸化触媒によって良好に燃焼を開始する。

【0068】図 25 は、このような燃料の燃焼による  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の各部の温度変化を示す図である。同図において、実線は燃料の燃焼開始直後の各部温度を示しており、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の排気入口部だけが良好に温度上昇している。点線は実線で示す各部温度の直後の各部温度を示しており、一点鎖線は点線で示す各部温度の直後の各温度を示している。点線及び一点鎖線で示すように、排気入口部を昇温させた熱は、排気ガス流れと共に中央部へ、さらに排気出口部へと移動し、結果的には、排気出口部は比較的良好に昇温されるが、排気入口部は僅かに昇温されるだけである。

【0069】供給された燃料によって、このような  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の昇温が繰り返されれば、排気入口部を含めて  $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置全体を徐々に昇温することができる。 $\text{SO}_x$  被毒の源である硫酸塩は安定な物質であるが、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置が  $600^\circ\text{C}$  程度の高温とされれば、近傍雰囲気を理論空燃比又はリッチ空燃比として酸素濃度を低下させることにより、 $\text{SO}_x$  として放出させることができる。従って、 $\text{SO}_x$  被毒の回復には、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置全体を約  $600^\circ\text{C}$  まで昇温する必要があるが、前述のように、徐々に昇温させていたのでは、長い時間が必要である。

【0070】本フローチャートでは、ステップ 103 において、第一設定時間毎に弁体 71a を切り換えて、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転するようになっている。この第一設定時間は、例えば、十数秒であり、これは、 $\text{NO}_x$  吸収還元触媒装置の排気入口部において所定量の燃料が燃焼を開始してか 50

ら、この燃焼熱が前述したように排気下流部を最も昇温するまでの時間より少なくとも長い時間である。従つて、弁体71aが切り換えられた時には、NOx吸蔵還元触媒装置の排気入口部、すなわち、これまでの排気出口部は比較的高温となっており、さらなる燃料は、この高温の排気入口部において非常に良好に燃焼を開始し、前述したと同様に、排気出口部をさらに高温度とする。

【0071】もちろん、弁体を一回切り換えるだけでも、比較的良好にNOx吸蔵還元触媒装置全体を昇温させることができる。しかしながら、ステップ104において、NOx吸蔵還元触媒装置の温度TFが600°Cを越えたか否かが判断され、これが否定される時には、燃料供給及び弁体の切り換えを繰り返すようになっている。こうして、常に、比較的良好に昇温された排気出口部へ燃料が供給されることとなり、NOx吸蔵還元触媒装置全体を非常に素早く所望温度へ昇温することができる。ここでのNOx吸蔵還元触媒装置の温度TFは、NOx吸蔵還元触媒装置から排出される排気ガス温度に基づき推定しても良く、例えば、排気入口部、中央部、排気出口部のいずれかの温度を検出しても良く、また、これら全ての温度を検出して、これらの平均温度又は最低温度を使用しても良い。

【0072】こうしてNOx吸蔵還元触媒装置が600°Cに昇温されれば、ステップ104における判断は肯定されてステップ105に進み、ステップ102での供給燃料より多くの燃料が供給され、NOx吸蔵還元触媒装置70の近傍雰囲気を結果として理論空燃比、又は好ましくはリッチ空燃比とする。それにより、NOx吸蔵還元触媒装置からSOxの放出が開始され、このSOxは還元浄化される。次いで、ステップ106において、NOx吸蔵還元触媒装置の温度TFが700°Cを越えたか否かが判断される。当初、NOx吸蔵還元触媒装置の温度は600°Cを越えた直後であるために、この判断は否定されてステップ107に進む。ここで、NOx吸蔵還元触媒装置の温度TFは、NOx吸蔵還元触媒装置から排出される排気ガス温度に基づき推定しても良く、例えば、排気入口部、中央部、排気出口部のいずれかの温度を検出しても良く、また、これら全ての温度を検出して、これらの平均温度又は最高温度を使用しても良い。

【0073】ステップ107では、第二設定時間毎に弁体71aを切り換え、NOx吸蔵還元触媒装置70の排気上流側と排気下流側とを逆転する。第二設定時間は、例えば数秒である。こうすることにより、NOx吸蔵還元触媒装置の両方へ交互に燃料を供給することができ、NOx吸蔵還元触媒の排気入口部において放出されたSOxが排気出口部において再び吸蔵されようとしている時に、この排気出口部は排気入口部として燃料が供給されるために、このSOxを吸蔵以前に還元浄化することができる。こうして、NOx吸蔵還元触媒装置全体のS

OX被毒を短時間で完了することができる。

【0074】次いで、ステップ109において、例えば、第一接続部72a及び第二接続部72bのそれぞれに空燃比センサを設けて、これら空燃比センサの出力A1及びA2がほぼ等しいか否かが判断される。すなわち、NOx吸蔵還元触媒装置70の排気上流側の空燃比と排気下流側の空燃比とがほぼ等しいか否かが判断される。この判断が肯定される時には、HC等の還元物質がSOxの還元浄化に使用されていないことであり、すなわち、SOx被毒回復は完了したこととなる。但し、弁体を切り換えた直後では、排気下流側の空燃比はリッチのままであり、空燃比の検出は、弁体を切り換える直前、又は、弁体の切り換えを停止して暫くしてから実施することが好ましい。もちろん、ステップ109における判断に代えて、ステップ105での燃料供給時間が設定時間となった時にSOx被毒回復が完了したとしても良い。

【0075】この判断が肯定される時には、ステップ110において燃料供給を停止すると共に弁体の切り換えを停止するが、否定される時には、前述のステップ105以降の処理が繰り返される。しかしながら、このSOx被毒回復処理において、近傍雰囲気の空燃比はリッチとされているために、あまり起こらないが、弁体の切り換え最中に、もし、NOx吸蔵還元触媒装置において燃料が燃焼を開始すれば、前述のように、NOx吸蔵還元触媒装置を良好に昇温させることとなる。それにより、NOx吸蔵還元触媒装置の温度が700°Cを越えるようになると、白金Pt等の酸化触媒がシントリシングを起こして機能低下する。これを防止するために、ステップ106における判断が肯定される時には、ステップ108において、弁体の切り換えを中止するようになっている。弁体の切り換え中止は、SOx被毒回復時間を延長させることとなるために、前述したように、SOx被毒回復の完了に設定時間を使用する場合には、弁体の切り換え中止時間が長いほど、設定時間を長くする必要がある。

【0076】本フローチャートにおいて、NOx吸蔵還元触媒装置の昇温（ステップ102）及びSOx放出還元（ステップ105）に燃料供給装置によって燃料を供給するようにしたが、前述したように、低温燃焼時には、排気ガス中にHC及びCO等の還元物質が比較的多く含まれるために、燃料供給に代えて、ステップ102ではリーン空燃比での低温燃焼を実施するようにし、ステップ105ではリッチ空燃比での低温燃焼を実施するようにしても良い。また、機関燃料噴射弁を利用して排気行程で燃料を噴射するようにしても良い。

【0077】本実施例において、燃料供給装置は切換部71の上流側に配置され、弁体を切り換えることにより、単一の燃料供給装置でNOx吸蔵還元触媒装置70のいずれの側へも燃料を供給可能となっている。しかし

ながら、この一方で、排気上流側となっている一方の接続部72a又は72b内の燃料の一部は、弁体の切り換え時に排気下流側となってNOx吸蔵還元触媒装置を通過せずに排気通路73へ排出されることとなる。これを防止するためには、第一接続部72a及び第二接続部72bの両方に燃料供給装置を設けて、いずれかの燃料供給装置によって、弁体の切り換え後に排気上流側となっている接続部だけに燃料を供給するようにすれば、SOx被毒回復のための燃料消費をかなり低減することができる。

【0078】ところで、本実施例のディーゼルエンジンは、前述したように低温燃焼と普通燃焼とを切り換えて実施するものであり、低温燃焼時には煤、すなわち、パティキュレートは殆ど生成されないが、普通燃焼時には比較的多くのパティキュレートが生成される。このパティキュレートも有害物質であるために、大気への放出を抑制しなければならない。

【0079】本NOx吸蔵還元触媒装置70は前述したようにウォールフロー型である。それにより、排気ガス中のパティキュレートは、隔壁54の細孔の大きさに比較して非常に小さいものであるが、排気ガスが隔壁54を通過する際に、隔壁54の排気上流側表面上及び隔壁54内の細孔表面上に衝突して捕集される。このように、本NOx吸蔵還元触媒装置70は、各隔壁54をパティキュレート捕集のための捕集壁としても機能させることができる。もちろん、パティキュレートの捕集を意図しなければ、NOx吸蔵還元触媒装置は、ウォールフロー型としなくとも良く、すなわち、図22において栓53を省略しても良い。

【0080】こうして捕集されたパティキュレートは、なしもしなければ、NOx吸蔵還元触媒装置70に徐々に堆積して排気抵抗を増加させ、遂には車両走行に悪影響を与えることとなる。従って、本NOx吸蔵還元触媒装置の各隔壁には、両側表面上、及び、好ましくは細孔表面上にもアルミナ等を使用して以下に説明する活性酸素放出剤と貴金属触媒とが担持されている。

【0081】活性酸素放出剤とは、活性酸素を放出することによってパティキュレートの酸化を促進するものであり、好ましくは、周囲に過剰酸素が存在すると酸素を取込んで酸素を保持しつつ周囲の酸素濃度が低下すると保持した酸素を活性酸素の形で放出するものである。

【0082】貴金属触媒としては、通常、白金Ptが用いられており、活性酸素放出剤としてカリウムK、ナトリウムNa、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRbのようなアルカリ金属、バリウムBa、カルシウムCa、ストロンチウムSrのようなアルカリ土類金属、ランタンLa、イットリウムYのような希土類、及び遷移金属から選ばれた少なくとも一つが用いられている。

【0083】なお、この場合、活性酸素放出剤としては、カルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ

金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましい。

【0084】次に、このような活性酸素放出剤を担持するNOx吸蔵還元触媒装置の隔壁によって、捕集されたパティキュレートがどのように酸化除去されるかについて、白金Pt及びカリウムKの場合を例にとって説明する。他の貴金属、アルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類、遷移金属を用いても同様なパティキュレート除去作用が行われる。

【0085】ディーゼルエンジンでは通常空気過剰のもとで燃焼が行われ、従って排気ガスは多量の過剰空気を含んでいる。即ち、吸気通路及び燃焼室内に供給された空気と燃料との比を排気ガスの空燃比と称すると、この空燃比はリーンとなっている。また、燃焼室内ではNOが発生するので排気ガス中にはNOが含まれている。また、燃料中にはイオウSが含まれており、このイオウSは燃焼室内で酸素と反応してSO<sub>2</sub>となる。従って排気ガス中にはSO<sub>2</sub>が含まれている。従って過剰酸素、NO及びSO<sub>2</sub>を含んだ排気ガスがNOx吸蔵還元触媒装置70の排気上流側へ流入することになる。

【0086】図26(A)及び(B)はNOx吸蔵還元触媒装置70の隔壁における排気ガス接触面の拡大図を模式的に表している。なお、図26(A)及び(B)において60は白金Ptの粒子を示しており、61はカリウムKを含んでいる活性酸素放出剤を示している。

【0087】上述したように排気ガス中には多量の過剰酸素が含まれているので排気ガスがNOx吸蔵還元触媒装置の隔壁の排ガス接触面内に接触すると、図26(A)に示されるようにこれら酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着する。一方、排気ガス中のNOは白金Ptの表面上でO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応し、NO<sub>2</sub>となる(2NO+O<sub>2</sub>→2NO<sub>2</sub>)。次いで生成されたNO<sub>2</sub>の一部は白金Pt上で酸化されつつ活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら図26(A)に示されるように硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形で活性酸素放出剤61内に拡散し、硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>を生成する。

【0088】一方、上述したように排気ガス中にはSO<sub>2</sub>も含まれており、このSO<sub>2</sub>もNOと同様なメカニズムによって活性酸素放出剤61内に吸収される。即ち、上述したように酸素O<sub>2</sub>がO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>の形で白金Ptの表面に付着しており、排気ガス中のSO<sub>2</sub>は白金Ptの表面でO<sub>2</sub><sup>-</sup>又はO<sup>2-</sup>と反応してSO<sub>3</sub>となる。次いで生成されたSO<sub>3</sub>の一部は白金Pt上で更に酸化されつつ活性酸素放出剤61内に吸収され、カリウムKと結合しながら硫酸イオンSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の形で活性酸素放出剤61内に拡散し、硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を生成する。このようにして活性酸素放出触媒61内には硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>及び硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>が生成される。

【0089】排気ガス中のパティキュレートは、図26(B)において62で示されるように、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置に担持された活性酸素放出剤61の表面上に付着する。この時、パティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面では酸素濃度が低下する。酸素濃度が低下すると酸素濃度の高い活性酸素放出剤61内との間で濃度差が生じ、斯くて活性酸素放出剤61内の酸素がパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向けて移動しようとする。その結果、活性酸素放出剤61内に形成されている硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>がカリウムKと酸素OとNOとに分解され、酸素Oがパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かい、NOが活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出されたNOは下流側の白金Pt上において酸化され、再び活性酸素放出剤61内に吸収される。

【0090】一方、このとき活性酸素放出剤61内に形成されている硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>もカリウムKと酸素OとSO<sub>2</sub>とに分解され、酸素Oがパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かい、SO<sub>2</sub>が活性酸素放出剤61から外部に放出される。外部に放出されたSO<sub>2</sub>は下流側の白金Pt上において酸化され、再び活性酸素放出剤61内に吸収される。但し、硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>は、安定化しているために、硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>に比べて活性酸素を放出し難い。

【0091】一方、パティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素Oは硝酸カリウムKNO<sub>3</sub>や硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>のような化合物から分解された酸素である。化合物から分解された酸素Oは高いエネルギーを有しており、極めて高い活性を有する。従ってパティキュレート62と活性酸素放出剤61との接触面に向かう酸素は活性酸素Oとなっている。これら活性酸素Oがパティキュレート62に接触するとパティキュレート62は数分から数十分の短時間で輝炎を発することなく酸化せしめられる。また、パティキュレート62を酸化する活性酸素Oは、活性酸素放出剤61へNO及びSO<sub>2</sub>が吸収される時にも放出される。すなわち、NO<sub>x</sub>は酸素原子の結合及び分離を繰り返しつつ活性酸素放出剤61内において硝酸イオンNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の形で拡散するものと考えられ、この間にも活性酸素が発生する。パティキュレート62はこの活性酸素によっても酸化せしめられる。また、このようにNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70の隔壁上に付着したパティキュレート62は活性酸素Oによって酸化せしめられるがこれらパティキュレート62は排気ガス中の酸素によっても酸化せしめられる。

【0092】ところで白金Pt及び活性酸素放出剤61はNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度が高くなるほど活性化するので単位時間当たりに活性酸素放出剤61から放出される活性酸素Oの量はNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度が高くなるほど増大する。また、当然のことながら、パティキュレート自身の温度が高いほど酸化除去され易くな

る。従ってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置上において単位時間当たりに輝炎を発することなくパティキュレートを酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量はNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度が高くなるほど増大する。

【0093】図27の実線は単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gを示しており、図27において横軸はNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度TFを示している。なお、図27は単位時間1秒とした場合の、すなわち、1秒当たりの酸化除去可能微粒子量Gを示しているがこの単位時間としては、1分、10分等任意の時間を採用することができる。例えば、単位時間として10分を用いた場合には単位時間当たりの酸化除去可能微粒子量Gは10分間当たりの酸化除去可能微粒子量Gを表すことになり、この場合でもNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70上において単位時間当たりに輝炎を発することなく酸化除去可能な酸化除去可能微粒子量Gは図27に示されるようにNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70の温度が高くなるほど増大する。

【0094】さて、単位時間当たりに燃焼室から排出されるパティキュレートの量を排出微粒子量Mと称するところの排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、例えば、1秒当たりの排出微粒子量Mが1秒当たりの酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、或いは10分当たりの排出微粒子量Mが10分当たりの酸化除去可能微粒子量Gよりも少ないとき、即ち図27の領域Iでは燃焼室から排出された全てのパティキュレートがNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70上において輝炎を発することなく順次短時間のうちに酸化除去せしめられる。

【0095】これに対し、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多いとき、即ち図27の領域IIでは全てのパティキュレートを順次酸化するには活性酸素量が不足している。図28(A)～(C)はこのような場合におけるパティキュレートの酸化の様子を示している。

【0096】即ち、全てのパティキュレートを酸化するには活性酸素量が不足している場合には図28(A)に示すようにパティキュレート62が活性酸素放出剤61上に付着するとパティキュレート62の一部のみが酸化され、十分に酸化されなかったパティキュレート部分がNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側面上に残留する。

次いで活性酸素量が不足している状態が継続すると次から次へと酸化されなかったパティキュレート部分が排気上流面上に残留し、その結果図28(B)に示されるようにNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流面が残留パティキュレート部分63によって覆われるようになる。

【0097】このような残留パティキュレート部分63は、次第に酸化され難いカーボン質に変質し、また、排気上流面が残留パティキュレート部分63によって覆われると白金PtによるNO, SO<sub>2</sub>の酸化作用及び活性酸素放出剤61による活性酸素の放出作用が抑制され

る。それにより、時間を掛ければ徐々に残留パティキュレート部分63を酸化させることができるが、図28(C)に示されるように残留パティキュレート部分63の上に別のパティキュレート64が次から次へと堆積する。即ち、パティキュレートが積層状に堆積すると、これらパティキュレートは、白金Ptや活性酸素放出剤から距離を隔てているために、例え酸化され易いパティキュレートであっても活性酸素によって酸化されることはない。従ってこのパティキュレート64上に更に別のパティキュレートが次から次へと堆積する。即ち、排出微粒子量Mが酸化除去可能微粒子量Gよりも多い状態が継続するとNOx吸蔵還元触媒装置上にはパティキュレートが積層状に堆積してしまう。

【0098】このように図27の領域IではパティキュレートはNOx吸蔵還元触媒装置上において輝炎を発することなく短時間のうちに酸化せしめられ、図27の領域IIではパティキュレートがNOx吸蔵還元触媒装置上に積層状に堆積する。従って、排出微粒子量Mと酸化除去可能微粒子量Gとの関係を領域Iにすれば、NOx吸蔵還元触媒装置上へのパティキュレートの堆積を防止することができる。その結果、NOx吸蔵還元触媒装置70における排気ガス流の圧損は全くと言っていいほど変化することなくほぼ一定の最小圧損値に維持される。斯くして機関の出力低下を最小限に維持することができる。しかしながら、これが常に実現されるとは限らず、何もしなければNOx吸蔵還元触媒装置にはパティキュレートが堆積することがある。

【0099】本実施例では、前述の電子制御ユニット30により図29に示す第二フローチャートに従って弁体71aの切換制御を実施し、NOx吸蔵還元触媒装置への多量のパティキュレートの堆積を防止している。本フローチャートは所定時間毎に繰り返される。先ず、ステップ201において、車両の走行距離積算値Aが算出され、ステップ202において、この走行距離積算値Aが設定走行距離Asに達したか否かが判断される。この判断が否定される時にはそのまま終了するが、肯定される時にはステップ203に進んで走行距離積算値Aを0にリセットした後、ステップ204において、弁体71aを二つの遮断位置の一方から他方へ切り換える。すなわち、NOx吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転する。

【0100】図30は、NOx吸蔵還元触媒装置の隔壁54の拡大断面図である。車両が設定走行距離Asを走行する間には、図27の領域IIでの運転が実施されることもあり、図30(A)に格子で示すように、排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面は、一方の捕集面としてパティキュレートを衝突捕集し、活性酸素放出剤により酸化除去するが、この酸化除去が不十分となってパティキュレートが残留することがある。この時点では、NOx吸蔵還元触

媒装置の排気抵抗は車両走行に悪影響を与えるほどではないが、さらにパティキュレートが堆積すれば、機関出力の大幅な低下等の問題を発生する。第二フローチャートでは、この時点においてNOx吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とが逆転される。それにより、隔壁54の一方の捕集面に残留するパティキュレート上には、さらにパティキュレートが堆積することなく、一方の捕集面から放出される活性酸素によって残留パティキュレートは徐々に酸化除去される。また、隔壁の細孔内に残留するパティキュレートは、逆方向の排気ガス流によって、図30(B)に示すように、容易に破壊されて細分化され、下流側へ移動する。

【0101】それにより、細分化された多くのパティキュレートは、隔壁の細孔内に分散し、すなわち、パティキュレートは流動することにより、隔壁の細孔内表面に担持させた活性酸素放出剤と直接的に接触して酸化除去される機会が多くなる。こうして、隔壁の細孔内にも活性酸素放出剤を担持させることで、残留パティキュレートを格段に酸化除去させ易くなる。さらに、この酸化除去に加えて、排気ガスの逆流によって上流側となった隔壁54の他方の捕集面、すなわち、現在において排気ガスが主に衝突する隔壁54の排気上流側表面及び細孔内の排気ガス流対向面(一方の捕集面とは反対側の関係となる)では、排気ガス中の新たなパティキュレートが付着して活性酸素放出剤から放出された活性酸素によって酸化除去される。これらの酸化除去の際に活性酸素放出剤から放出された活性酸素の一部は、排気ガスと共に下流側へ移動し、排気ガスの逆流によって依然として残留するパティキュレートを酸化除去する。

【0102】すなわち、隔壁における一方の捕集面の残留パティキュレートには、この捕集面から放出される活性酸素だけでなく、排気ガスの逆流によって隔壁の他方の捕集面でのパティキュレートの酸化除去に使用された残りの活性酸素が排気ガスによって到来する。それにより、弁体の切り換え時点において、隔壁の一方の捕集面にある程度パティキュレートが積層状に堆積していたとしても、排気ガスを逆流させれば、残留パティキュレート上に堆積するパティキュレートへも活性酸素が到来することに加えて、さらにパティキュレートが堆積するこ

とはないために、堆積パティキュレートは徐々に酸化除去され、次の逆流までに、ある程度の時間ががあれば、この間で十分に酸化除去可能である。こうして、パティキュレートの捕集に第一捕集面と第二捕集面とを交互に使用すると、常に单一の捕集面でパティキュレートを捕集する場合に比較して、各捕集面でのパティキュレート捕集量を低減することができ、パティキュレートの酸化除去に有利となるために、NOx吸蔵還元触媒装置にはパティキュレートが堆積することはなく、NOx吸蔵還元触媒装置の目詰まりを防止することができる。

【0103】第二フローチャートにおいて、弁体の切り

換えは、設定走行距離毎に行うようになっており、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置上の残留パティキュレートが酸化され難いカーボン質に変質する以前に弁体が切り換えられる。また、多量のパティキュレートが堆積する以前にパティキュレートを酸化除去することは、多量の堆積パティキュレートが一度に着火燃焼して多量の燃焼熱を発生させ、この燃焼熱によりNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置が溶損する等の問題を防止することにもなる。また、何らかの要因によって、弁体の切り換え時点でNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置隔壁の一方の捕集面に多量のパティキュレートが堆積してしまったとしても、弁体が切り換えられれば、堆積パティキュレートは逆方向の排気ガス流によって比較的容易に破壊及び細分化されるために、隔壁の細孔内で酸化除去できなかった一部の細分化パティキュレートはNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置から排出されることとなるが、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気抵抗がさらに高まって車両走行に悪影響を与えることはなく、また、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置隔壁の他方の捕集面によって新たなパティキュレートの捕集が可能となる。

【0104】こうして、設定走行距離毎に弁体を切り換えれば、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へ多量のパティキュレートが堆積することを確実に防止することができる。このための弁体の切り換え時期は、設定走行距離毎に限定されることはなく、例えば、設定時間毎としても不定期としても良い。

【0105】また、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置上に残留及び堆積するパティキュレート量に応じてNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70の排気上流側と排気下流側との差圧が上昇することを利用し、この差圧が設定差圧以上となった時を、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置上にある程度のパティキュレートが堆積しているとして、弁体を切り換えるようにしても良い。具体的には、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70の一方側の排気圧力、すなわち、第一接続部72a(図18参照)内の排気圧力を、第一接続部72aに配置された圧力センサによって検出すると共に、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の他方側の排気圧力、すなわち、第二接続部72b(図18参照)内の排気圧力を、第二接続部72bに配置された圧力センサによって検出し、これらの排気圧力の差圧の絶対値が、設定圧力差以上となったか否かを判断する。ここで、差圧の絶対値を使用するのは、第一接続部72a及び第二接続部72bのいずれが排気上流側となっていても差圧の上昇を把握可能とするためである。NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の両側の差圧は、厳密には、機関運転状態毎の気筒内から排出される排気ガス圧力によっても変化するために、パティキュレートの堆積の判断には、機関運転状態を特定することが好ましい。

【0106】また、この差圧以外にも、例えば、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の所定隔壁上の電気抵抗値の変化を監視して、パティキュレートの堆積によって電気抵抗値が

設定値以下となった時を、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置上有る程度のパティキュレートが堆積しているとして、弁体を切り換えるようにしても良い。また、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の所定隔壁において、パティキュレートの堆積により、光の透過率が低下すること、又は、光の反射率が低下することを利用して、弁体を切り換えるようにしても良い。このように、パティキュレートの堆積を直接的に判断して弁体を切り換えることにより、さらに確実に機関出力の大幅な低下を防止することができる。

10 【0107】また、多量のパティキュレートの堆積を防止するために、前述のように意図的に弁体を切り換えないでも、第一フローチャートのSO<sub>x</sub>被毒回復処理において、開始時の弁体の遮断位置が終了時に切り換わるようにも良い。

【0108】本排気浄化装置は、前述のように非常に簡単な構成によってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転することを可能とする。また、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置においては、排気ガスの流入を容易にするために大きな開口面積が必要とされるが、本排気浄化装置では、図18及び19に示すように、車両搭載性を悪化させることなく、大きな開口面積を有するNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置を使用可能である。

20 【0109】また、排気ガスの空燃比をリッチにすると、すなわち、排気ガス中の酸素濃度を低下させると、活性酸素放出剤61から外部に活性酸素Oが一気に放出される。この一気に放出された活性酸素Oによって、堆積パティキュレートは酸化され易いものとなって容易に酸化除去される。

【0110】一方、空燃比がリーンに維持されていると30 白金Ptの表面が酸素で覆われ、いわゆる白金Ptの酸素被毒が生じる。このような酸素被毒が生じるとNO<sub>x</sub>に対する酸化作用が低下するためにNO<sub>x</sub>の吸収効率が低下し、斯くして活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が低下する。しかしながら空燃比がリッチにされると白金Pt表面上の酸素が消費するために酸素被毒が解消され、従って空燃比が再びリッチからリーンに切り換えられるとNO<sub>x</sub>に対する酸化作用が強まるためにNO<sub>x</sub>の吸収効率が高くなり、斯くして活性酸素放出剤61からの活性酸素放出量が増大する。

40 【0111】従って、空燃比がリーンに維持されている時に空燃比を時折リーンからリッチに一時的に切り換えるとその都度白金Ptの酸素被毒が解消されるために空燃比がリーンである時の活性酸素放出量が増大し、斯くしてNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置70上におけるパティキュレートの酸化作用を促進することができる。

【0112】さらに、この酸素被毒の解消は、言わば、還元物質の燃焼であるために、発熱を伴ってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置を昇温させる。それにより、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置における酸化除去可能微粒子量が向上し、さらに、残留及び堆積パティキュレートの酸化除去が容易

となる。弁体71aによってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを切り換えた直後に排気ガスの空燃比をリッチにすれば、パティキュレートが残留していないNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置隔壁における他方の捕集面では、一方の捕集面に比較して活性酸素を放出し易いために、さらに多量の放出される活性酸素によって、一方の捕集面の残留パティキュレートをさらに確実に酸化除去することができる。もちろん、弁体71aの切り換えとは無関係に時折排気ガスの空燃比をリッチにしても良く、それにより、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へパティキュレートが残留及び堆積し難くなる。

【0113】排気ガスの空燃比をリッチにする方法としては、例えば、前述の低温燃焼を実施すれば良い。もちろん、通常燃焼から低温燃焼へ切り換わる時に、又は、それに先だってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを切り換えるようにしても良い。また、排気ガスの空燃比をリッチにするために、単に燃焼空燃比をリッチにしても良い。また、圧縮行程での通常の主燃料噴射に加えて、機関燃料噴射弁によって排気行程又は膨張行程において気筒内に燃料を噴射（ポスト噴射）しても良く、又は、吸気行程において気筒内に燃料を噴射（ビゴム噴射）しても良い。もちろん、ポスト噴射又はビゴム噴射は、主燃料噴射との間に必ずしもインターバルを設ける必要はない。また、機関排気系に燃料を供給することも可能である。

【0114】ところで、排気ガス中のカルシウムCaはSO<sub>3</sub>が存在すると、硫酸カルシウムCaSO<sub>4</sub>を生成する。この硫酸カルシウムCaSO<sub>4</sub>は、酸化除去され難く、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置上にアッシュとして残留することとなる。従って、硫酸カルシウムの残留によるNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の目詰まりを防止するためには、活性酸素放出剤61としてカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、例えばカリウムKを用いることが好ましく、それにより、活性酸素放出剤61内に拡散するSO<sub>3</sub>はカリウムKと結合して硫酸カリウムK<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>を形成し、カルシウムCaはSO<sub>3</sub>と結合することなくNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の隔壁を通過する。従ってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置がアッシュによって目詰まりすることがなくなる。こうして、前述したように活性酸素放出剤61としてはカルシウムCaよりもイオン化傾向の高いアルカリ金属又はアルカリ土類金属、即ちカリウムK、リチウムLi、セシウムCs、ルビジウムRb、バリウムBa、ストロンチウムSrを用いることが好ましいことになる。

【0115】また、活性酸素放出剤としてNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置に白金Ptのような貴金属のみを担持させても、白金Ptの表面上に保持されるNO<sub>2</sub>又はSO<sub>3</sub>から活性酸素を放出させることができる。ただし、この場合には酸化除去可能微粒子量Gを示す実線は図27に示す実線に比べて若干右側に移動する。また、活性酸素放出

剤としてセリアを用いることも可能である。セリアは、排気ガス中の酸素濃度が高いと酸素を吸収し（Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>→2CeO<sub>2</sub>）、排気ガス中の酸素濃度が低下すると活性酸素を放出する（2CeO<sub>2</sub>→Ce<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）ものであるために、パティキュレートの酸化除去のために、排気ガス中の空燃比を定期的又は不定期にリッチにする必要がある。セリアに代えて、鉄又は錫を使用しても良い。

【0116】また、活性酸素放出剤として排気ガス中のNO<sub>x</sub>浄化に使用されるNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒を用いること10も可能である。この場合においては、NO<sub>x</sub>又はSO<sub>x</sub>を放出させるために排気ガスの空燃比を少なくとも一時的にリッチにする必要があり、このリッチ化制御をNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の上流側と下流側との逆転後に実施することが好ましい。

【0117】本実施例において、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置自身が活性酸素放出剤を担持して、この活性酸素放出剤が放出する活性酸素によりパティキュレートが酸化除去されるものとしたが、これは、本発明を限定するものではない。例えば、活性酸素及び活性酸素と同等に機能する二酸化窒素等のパティキュレート酸化物質は、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置又はそれに担持させた物質から放出されても、外部からNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へ流入するようにしても良い。パティキュレート酸化物質が外部から流入する場合においても、パティキュレートを捕集するために、捕集壁の第一捕集面と第二捕集面とを交互に使用することで、排気下流側となった一方の捕集面では、新たにパティキュレートが堆積することなく、この堆積パティキュレートを、他方の捕集面から流入するパティキュレート酸化成分によって徐々にでも酸化除去して、堆積パティキュレートをある程度の時間で十分に酸化除去することが可能である。この間において、他方の捕集面では、パティキュレートの捕集と共にパティキュレート酸化成分による酸化が行われるために、前述同様な効果がもたらされる。また、この場合においても、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の昇温は、パティキュレート自身の温度を高めて酸化除去させ易くなる。

【0118】本実施例のディーゼルエンジンは、低温燃焼と通常燃焼とを切り換えて実施するものとしたが、これは本発明を限定するものではなく、もちろん、通常燃焼のみを実施するディーゼルエンジン、又はパティキュレートを排出するガソリンエンジンにも本発明は適用可能である。

#### 【0119】

【発明の効果】このように、本発明による内燃機関の排気浄化装置によれば、機関排気系に配置されて近傍雰囲気がリーン空燃比の時にNO<sub>x</sub>を吸収し、理論空燃比又はリッチ空燃比の時にNO<sub>x</sub>を放出するNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置と、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転するための逆転手段と、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置へ排気上流側から還元物質を供給するための供

給手段とを具備し、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置のSO<sub>x</sub>被毒回復のために、供給手段によって還元物質を供給すると共に逆転手段によってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とを逆転するようになっている。こうして供給された還元物質は、NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気入口部で燃焼するが、排気ガス流による熱の移動によって結果的には主に排気出口部を良好に昇温させる。それにより、逆転手段によってNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の排気上流側と排気下流側とが逆転されれば、良好に昇温された排気入口部、すなわち、これまでの排気出口部へ燃料が供給されることとなり、この燃料は良好に燃焼してさらに排気入口部を昇温させると共に排気出口部を良好に昇温させ、SO<sub>x</sub>被毒回復のために素早くNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置全体を所望温度へ昇温することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による排気浄化装置を備えるディーゼルエンジンの概略縦断面図である。

【図2】図1の燃焼室の拡大縦断面図である。

【図3】図1のシリンダヘッドの底面図である。

【図4】燃焼室の側面断面図である。

【図5】吸排気弁のリフトと燃料噴射を示す図である。

【図6】スモークおよびNO<sub>x</sub>の発生量等を示す図である。

【図7】Aは空燃比が2.1付近でスモークの発生量が最も多い時の燃焼圧変化を示す図であり、Bは空燃比が1.8付近でスモークの発生量がほぼ零の時の燃焼圧変化を示す図である。

【図8】燃料分子を示す図である。

【図9】スモークの発生量とEGR率との関係を示す図である。

【図10】噴射燃料量と混合ガス量との関係を示す図である。

【図11】第1の運転領域I及び第2の運転領域IIを示す図である。

【図12】空燃比センサの出力を示す図である。

【図13】スロットル弁の開度等を示す図である。

【図14】第1の運転領域Iにおける空燃比を示す図である。

【図8】

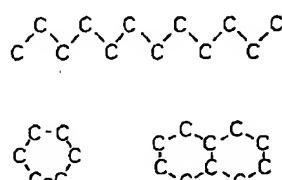


図12

【図12】

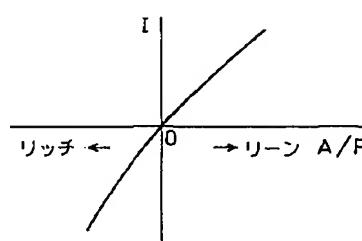


図8

【図15】Aはスロットル弁の目標開度のマップを示す図であり、BはEGR制御弁の目標開度のマップを示す図である。

【図16】第二燃焼における空燃比を示す図である。

【図17】Aはスロットル弁の目標開度のマップを示す図であり、BはEGR制御弁の目標開度のマップを示す図である。

【図18】機関排気系における切換部及びNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置近傍の平面図である。

【図19】図18の側面図である。

【図20】切換部内の弁体の図18とは異なるもう一つの遮断位置を示す図である。

【図21】NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の構造を示す図である。

【図22】NO<sub>x</sub>の吸放出作用を説明するための図である。

【図23】単位時間当たりのNO<sub>x</sub>吸収量のマップを示す図である。

【図24】NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置のSO<sub>x</sub>被毒回復のための第一フローチャートである。

【図25】NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の各部の温度変化を示す図である。

【図26】パティキュレートの酸化作用を説明するための図である。

【図27】酸化除去可能微粒子量とNO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の温度との関係を示す図である。

【図28】パティキュレートの堆積作用を説明するための図である。

【図29】NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置への多量のパティキュレートの堆積を防止するための第二フローチャートである。

【図30】NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置の隔壁の拡大断面図である。

## 【符号の説明】

6…燃料噴射弁

16…スロットル弁

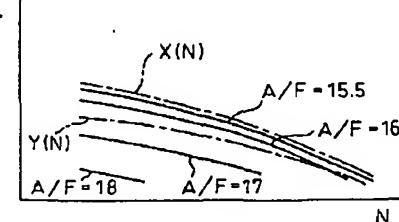
71…切換部

70…NO<sub>x</sub>吸蔵還元触媒装置

74…燃料供給装置

【図14】

図14



【図1】

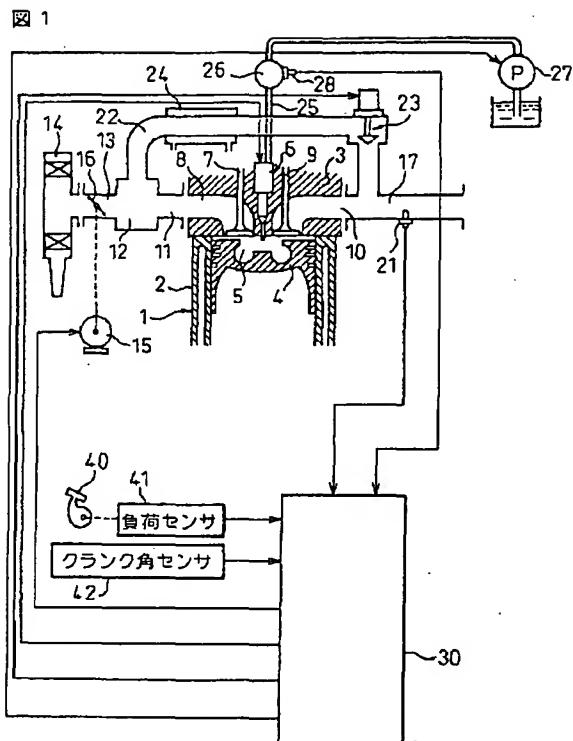
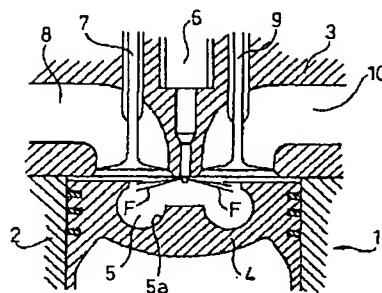
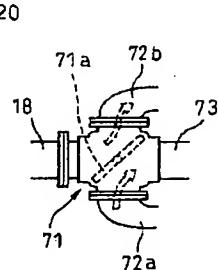


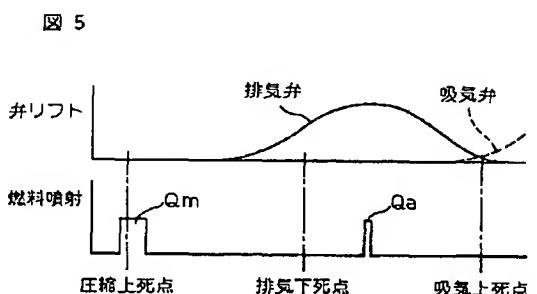
図2



【図20】



【図5】



【図3】

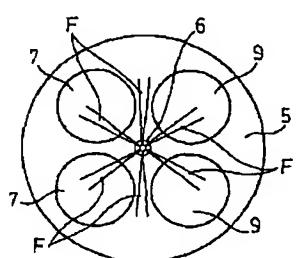
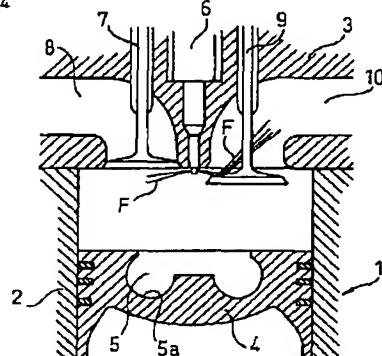


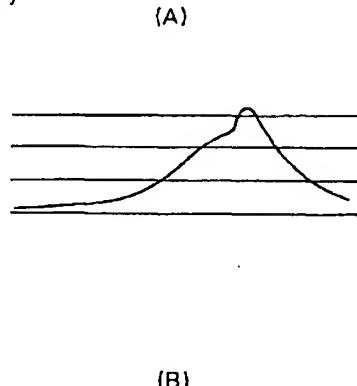
図4



【図4】

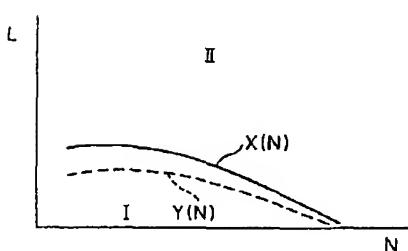
【図7】

図7



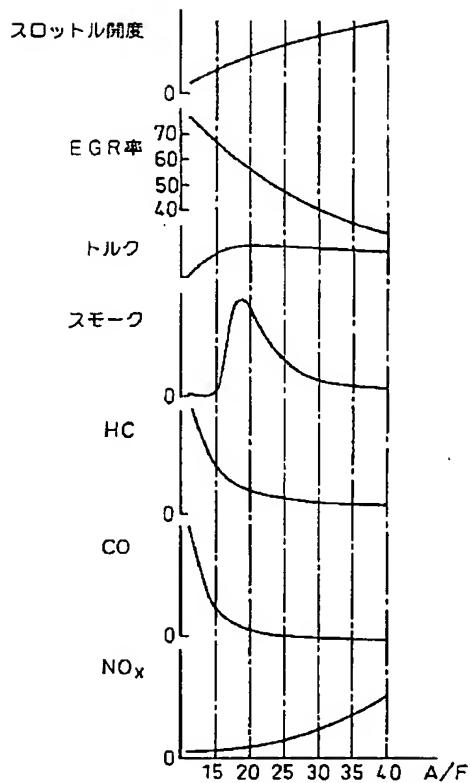
【図11】

図11



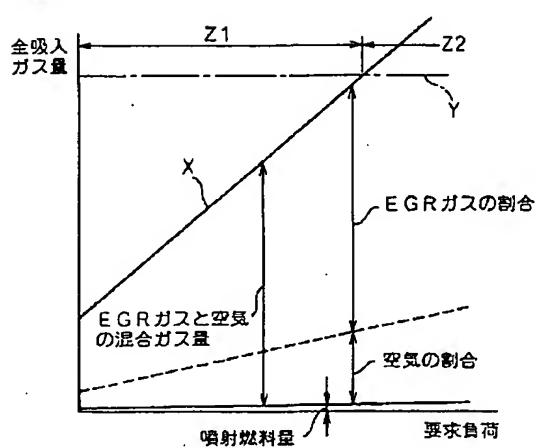
【図6】

図6



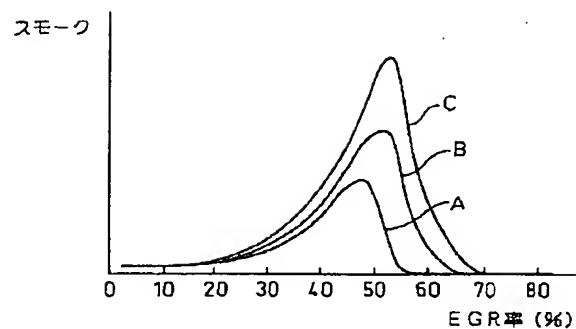
【図10】

図10



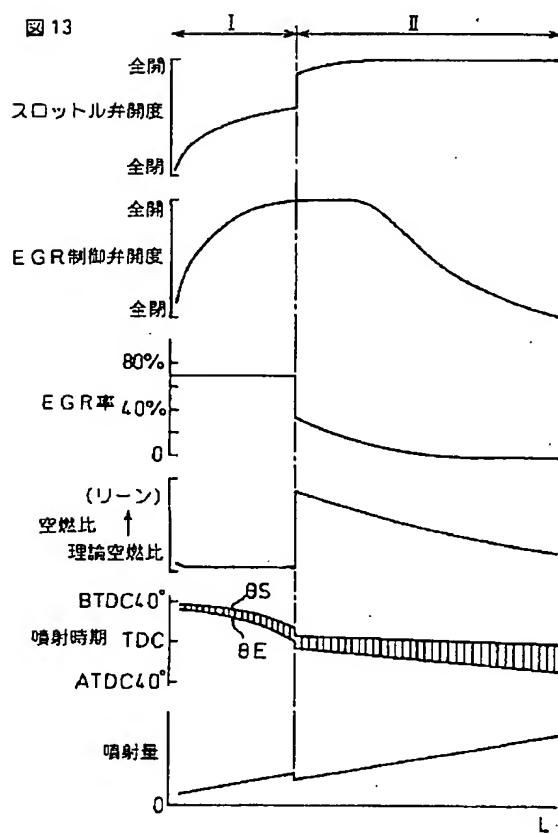
【図9】

図9



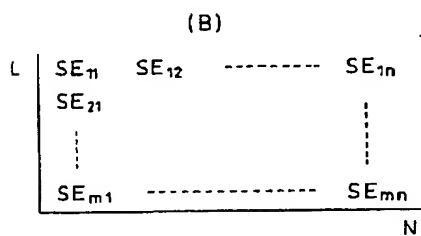
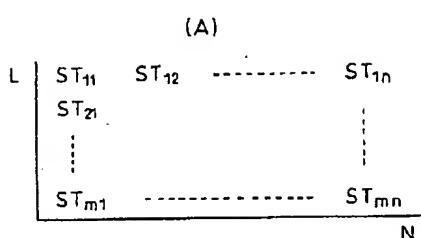
【図13】

図13



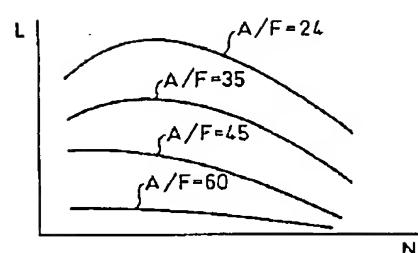
【図15】

図15



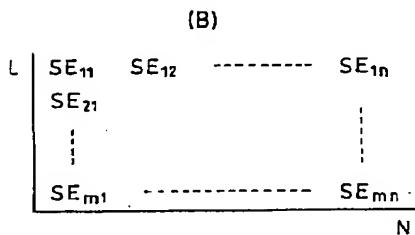
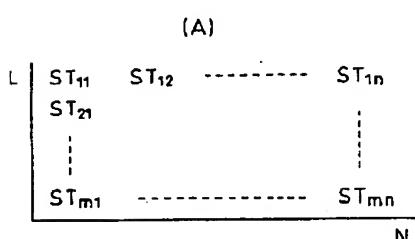
【図16】

図16



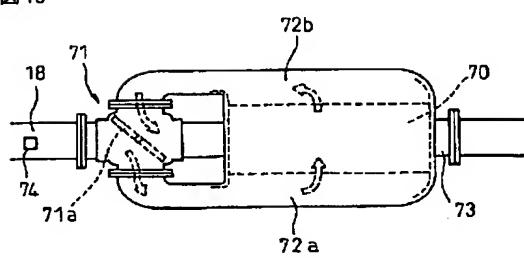
【図17】

図17



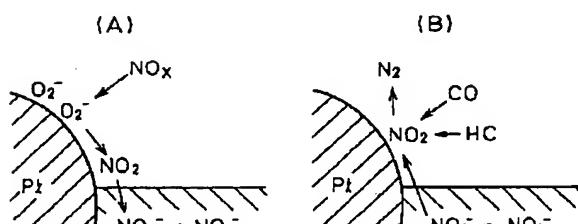
【図18】

図18



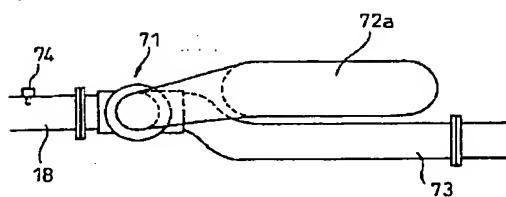
【図22】

図22



【図19】

図19



【図21】

図21

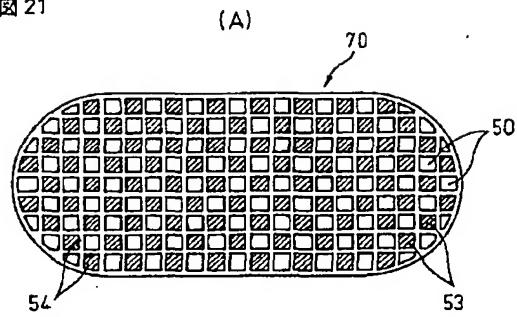
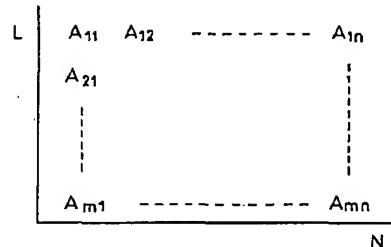


図23

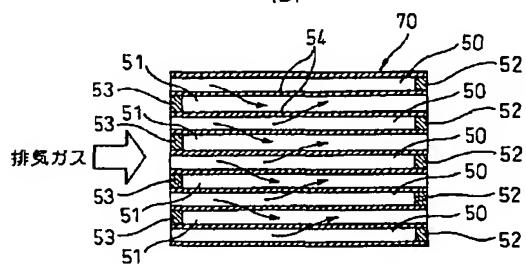
(A)

【図23】

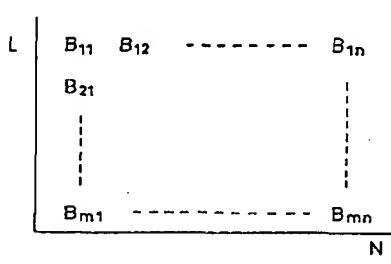
(A)



(B)



(B)



【図24】

図24

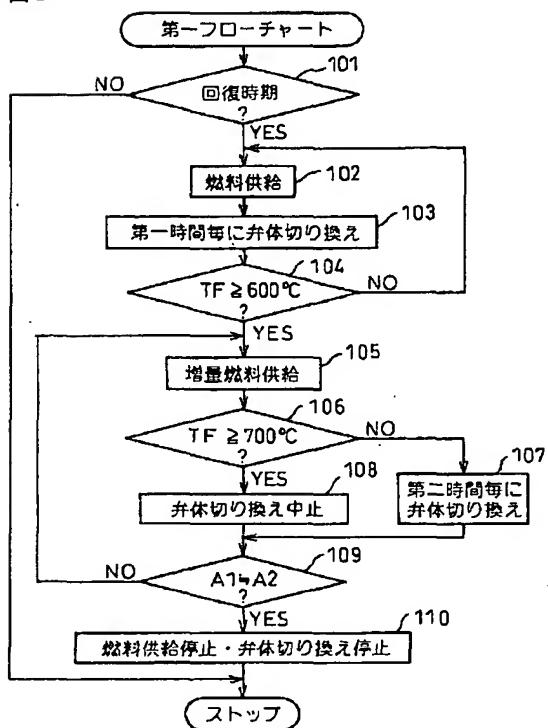
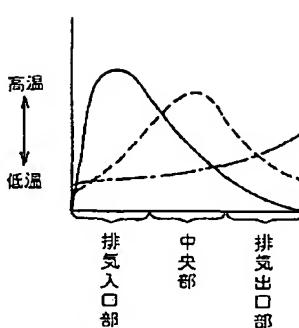
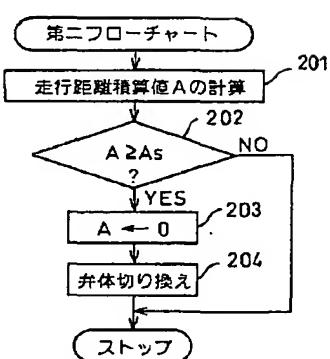


図25



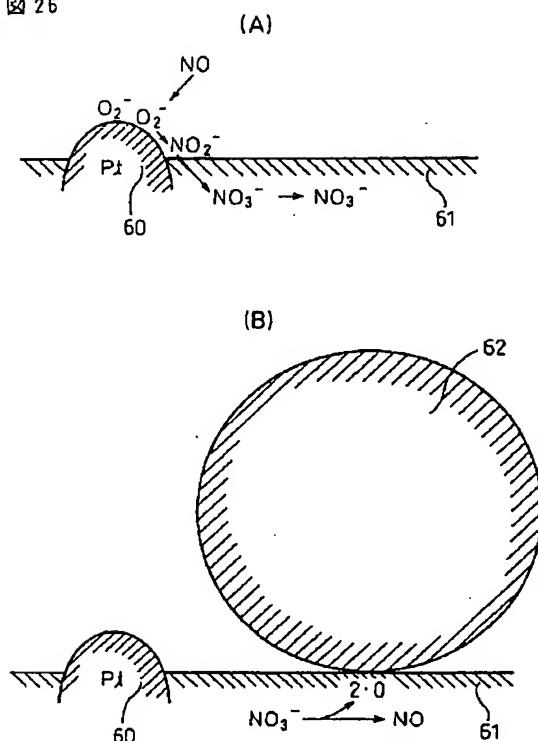
【図25】

図29



【図26】

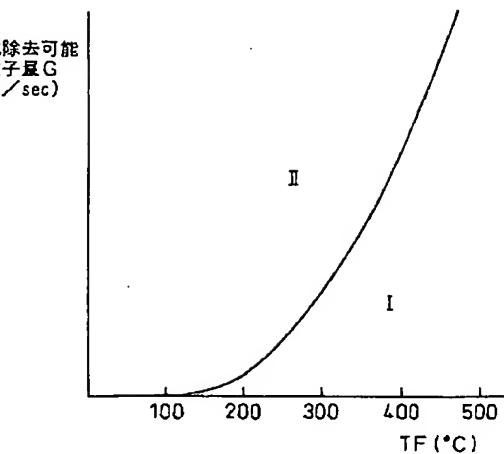
図26



【図27】

図27

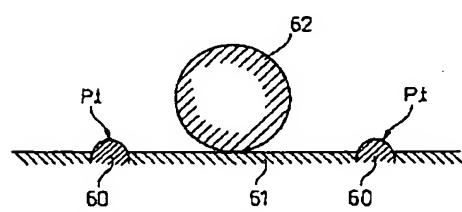
酸化除去可能  
微粒子量  $G$   
(g/sec)



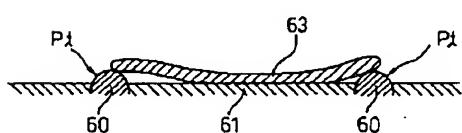
【図28】

図28

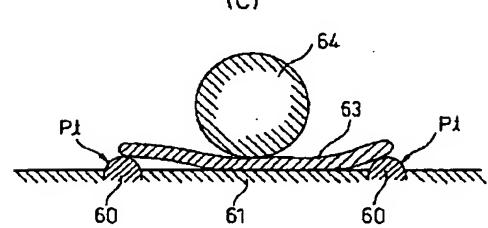
(A)



(B)



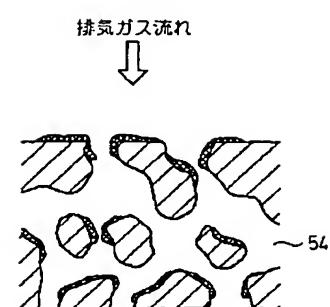
(C)



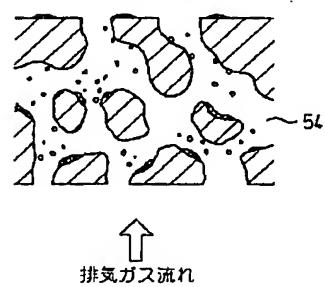
【図30】

図30

(A)



(B)



フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコト <sup>8</sup> (参考)
F 01 N 3/08		F 01 N 3/18	B
3/18		3/24	E
3/24			F
		3/28	3 0 1 C
3/28	3 0 1	B 01 D 53/36	1 0 3 B
(72) 発明者 広田 信也 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内		F ターム(参考) 3G090 AA03 BA01 CA01 CB23 CB24 DA03 DA07 DA10 DA13 DA18 DA20 EA03	
(72) 発明者 浅沼 孝充 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内		3G091 AA02 AA11 AA18 AA28 AB06 AB13 BA00 BA11 BA14 BA33 BA38 CA13 CA18 CB02 CB03	
(72) 発明者 木村 光亮 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内		CB07 CB08 DA01 DA02 DA08 DB06 DB10 EA01 EA03 EA07 EA18 EA29 EA31 EA32 EA34	
(72) 発明者 中谷 好一郎 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内		EA38 FB02 FB03 FB10 FB11 FB12 FC02 FC04 FC08 GA02 GA20 GA21 GB01X GB02W GB02Y GB03W GB03Y GB04W GB04Y GB06W GB07W GB10X GB16X GB17X HA14 HA36 HB05	
		4D048 AA02 AA06 AB01 AB02 BA14X BA15X BA30X BC01 CC25 CC27	